



Prácticas investigativas de jóvenes investigadores en Sucre, Colombia **Volumen 1**



**Lidia Flórez de Albis, Moisés D. Hernández Ruiz, Karen Baldovino Noriega,
Erika Ruiz Carta**

Compiladores

Prácticas investigativas de jóvenes investigadores en Sucre, Colombia

Vol. 1

Lidia Flórez de Albis, Moisés D. Hernández Ruiz,
Karen Baldovino Noriega, Erika Ruiz Carta
Compiladores



Autores

*Alfredo Francisco Toscano Sáenz
Germán Javier Arrieta Bernate
Eimi Brango Tarrá
María José Vivero Gamarra
Gianny Marcela Bernal Oviedo
Marco Tulio Rodríguez Sandoval
Danileth Almanza González
Melba Liliana Vertel Morinson
Paula Andrea Martínez Aldana
María Elena Pérez Prieto
Marilú Tibisay Acurero Luzardo
Ana Lucía Rivera Betin
Berónica Narváez Mercado*

*María Claudia Ochoa Fajardo
Yelitza Aguas Mendoza
Francesca Lucía Martínez Buelvas
Gilberto Emiro Martínez Osorio
Germán David Aguas Jiménez
Rafael Humberto Merlano Porto
Yenifer Cárdenas Díaz
Angélica Torregrosa Espinosa
Anny L. Marmolejo-Vargas
Liliana Solano
Yair Baleta-Osorio
Dilan Vergara-Comas*



2023

Este libro fue evaluado bajo el sistema doble ciego por pares académicos.

Héctor Olimpo Espinosa Oliver

Gobernador de Sucre

Jairo Torres Oviedo

Rector Universidad de Córdoba

Corporación Universitaria del Caribe–CECAR

Rectora

Lidia Flórez de Albis

Vicerrectora Académica

María Eugenia Vides

Vicerrectora de Extensión y Relaciones Interinstitucionales

Liliana Patricia Álvarez Ruiz

Director del Centro de Consultoría

Andrés José Vergara Narváez

Directo del Proyecto Jóvenes Investigadores de Sucre

Moisés David Hernández Ruiz

Coordinador Editorial CECAR

Jorge Luis Barboza

Editorial.cecacar@cecacar.edu.co

<https://libros.cecacar.edu.co/index.php/CECAR>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2956-6070>



El libro fue financiado con recursos del SGR-FCTel bajo el proyecto denominado “Desarrollo de capacidades y habilidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en jóvenes profesionales del departamento de Sucre identificado con código BPIN 2020000100213

Colección **Investigación**

© 2023. Prácticas investigativas de jóvenes investigadores en Sucre, Colombia Vol. 1.

MINCIENCIAS, Sistema General de Regalías, Gobernación de Sucre, Estrategia de Productividad e Innovación - EPI, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, Universidad de Córdoba.

IISBN: 978-628-7515-39-0 (impreso)

ISBN: 978-628-7515-38-3 (digital)

DOI: <https://doi.org/10.21892/9786287515383>

Compiladora: Lidia Flórez de Albis, Moisés D. Hernández Ruiz, Karen Baldovino Noriega, Erika Ruiz Carta.

Autores: Alfredo Francisco Toscano Sáenz, Germán Javier Arrieta Bernate, Eimi Brango Tarrá, María José Vivero Gamarra, Gianni Marcela Bernal Oviedo, Marco Tulio Rodríguez Sandoval, Danileth Almanza González, Melba Liliana Vertel Morinson, Paula Andrea Martínez Aldana, María Elena Pérez Prieto, Marilú Tibisay Acurero Luzardo, Ana Lucía Rivera Betin, Berónica Narváez Mercado, María Claudia Ochoa Fajardo, Yelitza Aguas Mendoza, Francesca Lucía Martínez Buelvas, Gilberto Emiro Martínez Osorio, Germán David Aguas Jiménez, Rafael Humberto Merlano Porto, Yénifer Cárdenas Díaz, Angélica Torregrasa Espinosa, Anny L. Marmolejo-Vargas, Liliana Solano, Yair Baleta-Osorio, Dilan Vergara-Comas.

Sincelejo, Sucre, Colombia.

Prácticas investigativas de jóvenes investigadores en Sucre, Colombia Vol. 1 / compiladora, Lidia Flórez de Albis ... [y otros tres] ; autores, Alfredo Francisco Toscano Sáenz ... [y otros 24]. – Sincelejo : Editorial CECAR, ©2023.

247 páginas : tablas, gráficos. Colección Academia.

Incluye referencias bibliográficas al final de cada capítulo.

ISBN: 978-628-7515-39-0 (impreso)

ISBN: 978-628-7515-38-3 (digital)

1. Aprendizaje basado en la investigación. 2. Enseñanza vocacional. 3. Investigación. 4. Investigación realizada por estudiantes. 5. Investigadores.

I. Autor II. Título.

001.4092 P895p 2023 CDD 22 ed.

CEP – Corporación Universitaria del Caribe, CECAR. Biblioteca Central –COSiCU

Contenido

1. **COVID-19 y salud mental: una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID** 7
COVID-19 and Mental Health: a Literature Review of the Psychological Effects in the Post-COVID Era
Alfredo Francisco Toscano Sáenz, Germán Javier Arrieta Bernate,
Eimi Brango Tarrá
2. **Estrategias metodológicas promotoras de pensamiento crítico en la educación superior: un estudio de revisión** 37
Methodological Strategies that Promote Critical Thinking in Higher Education: A Review Study
María José Vivero Gamarra, Gianni Marcela Bernal Oviedo,
Marco Tulio Rodríguez Sandoval
3. **Implementación de estrategias etnomatemáticas en la educación para primaria y secundaria: análisis bibliométrico** 49
Implementation of ethnomathematical Strategies in Education for Primary and Secondary: Bibliometric Analysis
Danileth Almanza González, Melba Liliana Vertel Morinson
4. **Políticas públicas orientadas al sector turístico para fomentar el emprendimiento femenino en Tolú** 79
Public Policies Oriented to the Tourism Sector to Foster Women's Entrepreneurship in Tolú
Paula Andrea Martínez Aldana, María Elena Pérez Prieto,
Marilú Tibisay Acurero Luzardo
5. **Mínimos del PNA de empresas y DD.HH. como garantía del trabajo decente en Colombia** 102
Minimum of Companies PNA and Human Rights as a Guarantee of Decent Work in Colombia
Ana Lucía Rivera Betin, Berónica Narváez Mercado

6. **Revisión de tratamientos de aguas residuales y su enfoque en procesos de electrocoagulación (EC) 121**
Review of wastewater treatment and its focus on electrocoagulation (EC) processes
 María Claudia Ochoa Fajardo, Yelitza Aguas Mendoza
7. **Los Centros Históricos en la modernización de la ciudad latinoamericana: una revisión documental 151**
Historic Centers in the Modernization of the Latin American City: A Documentary Review
 Francesca Lucía Martínez Buelvas, Gilberto Emiro Martínez Osorio
8. **Cuadro de mando integral, planeación estratégica y gestión de indicadores: un análisis bibliométrico 169**
Balanced Scorecard, Strategic Planning and Indicator Management: A Bibliometric Analysis
 Germán David Aguas Jiménez, Rafael Humberto Merlano Porto
9. **Herramienta tecnológica de soporte en el control de calidad en la agroindustria: una revisión de literatura 197**
Technological Support Tool for Quality Control in Agroindustry: A Literature Review
 Yénifer Cárdenas Díaz, Angélica Torregrosa Espinosa
10. **Una revisión de la biología de *Batrachochytrium dendrobatidis* 217**
*A Review of the Biology of *Batrachochytrium dendrobatidis**
 Anny L. Marmolejo-Vargas, Liliana Solano, Yair Baleta-Osorio, Dilan Vergara-Comas

En las páginas que siguen, los invitamos a sumergirse en un fascinante viaje a través del esfuerzo y la dedicación de veinte jóvenes investigadores del Departamento de Sucre. Este libro trasciende la mera recopilación de sus experiencias, es un testimonio de su inquebrantable compromiso con el conocimiento y su incansable búsqueda de respuestas en un mundo lleno de incertidumbre y desafíos.

A lo largo de un año de intenso entrenamiento, como parte del proyecto “*Desarrollo de capacidades y habilidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en jóvenes profesionales del Departamento de Sucre*”, a través de becas-pasantías de investigación, veinte jóvenes valientes del departamento fueron guiados de la mano experta de investigadores destacados. Estos maestros los acompañaron para convertir su pasión por la ciencia en un vehículo de cambio y progreso para nuestra comunidad.

Cada capítulo de esta obra refleja las reflexiones, inquietudes, expectativas, miedos y vivencias de estos talentosos investigadores, quienes han asumido el timón de su destino y se han convertido en voces influyentes en la construcción de un futuro más prometedor. Su contribución es fundamental para abordar la falta de desarrollo de capacidades y habilidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) en jóvenes profesionales de la región.

El proyecto que dio lugar a estos resultados no es solo una iniciativa; es una declaración de principios, una apuesta firme y decidida en el potencial inagotable de nuestra juventud. Se emerge como un esfuerzo de política pública en nuestro país, con el propósito de unir esfuerzos para incrementar el desarrollo de habilidades y capacidades de investigación en jóvenes profesionales, mejorar su inserción en procesos de investigación en el territorio y aumentar el número de jóvenes profesionales del Departamento de Sucre que participa en actividades de transferencia y apropiación del conocimiento en CTeI.

Este proyecto, impulsado por sucreños para sucreños, refleja la resiliencia y visión sin límites de una comunidad que se niega a conformarse con el statu quo. Es digno de mención que más de la mitad de estos investigadores son mujeres, marcando un hito significativo en la búsqueda de igualdad de género en el ámbito científico.

Presentación

Expresamos un agradecimiento especial a cada una de las instituciones que respaldaron este proyecto, como la Gobernación de Sucre, la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR, la Universidad de Córdoba y la Universidad de Sucre – Corposucre. Estas instituciones han sido pilares fundamentales en esta empresa conjunta para empoderar a nuestra juventud y construir un futuro más prometedor. Este libro es un tributo a su visión y compromiso.

Moisés D. Hernández Ruiz
Director del Proyecto

COVID-19 y salud mental: una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID

COVID-19 and Mental Health: a Literature Review of the Psychological Effects in the Post-COVID Era

Alfredo Francisco Toscano Sáenz¹, Germán Javier Arrieta Bernate²,
Eimi Brango Tarrá³

Resumen

La pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto significativo en la salud mental de las personas en todo el mundo. En este artículo se presenta una revisión bibliográfica de los efectos del COVID-19 en la salud mental. **Objetivo:** Conocer y establecer el escenario de Post-COVID-19 y su relación con la salud mental, resaltando los efectos que han sido causados durante el confinamiento y la brecha de la nueva adaptabilidad ante situaciones de riesgo, todo ello con el fin de comprender cómo la pandemia ha impactado a las personas en términos mentales y cómo se puede prevenir y tratar los efectos negativos de la pandemia en la salud mental de las personas que se han recuperado del virus. **Método:** Investigación cualitativa. Se utilizó una muestra de 40 artículos publicados en inglés y español durante el periodo de enero de 2019 a marzo de 2023, estableciendo criterios de inclusión y exclusión para su selección. Se analizaron los datos mediante una revisión sistemática de la literatura, identificando patrones y relaciones entre los hallazgos de los diferentes artículos revisados. **Resultados:** Los resultados de la revisión bibliográfica indican que la pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto significativo en la salud mental de las personas en todo el mundo. Los síntomas más comunes incluyen ansiedad, depresión, estrés postraumático, insomnio y

1 Profesional en Trabajo Social egresado de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Joven Investigador del Grupo Salud Pública y Auditoría en Salud—CECAR. Correo: alfredo.toscano@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1994-6816>

2 Magister en Microbiología Tropical de la Universidad de Córdoba. Microbiólogo egresado de la Pontificia Universidad Javeriana. Docente Investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Correo: german.arrieta@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3838-1334>

3 Candidata a Magister en Salud Pública de la Universidad de Sucre. Especialista en Gerencia de la Calidad y Auditoría en Salud de Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Bacterióloga de la Universidad de Antioquía. Coordinadora Laboratorio Clínica Salud Social. Correo: Brango77@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3867-8943>

abuso de sustancias. **Conclusiones:** Esta revisión bibliográfica confirma que el COVID-19 representa una amenaza considerable para la salud física y mental de las personas. Es necesario abordar los factores de riesgo psicosocial y fortalecer los factores protectores para mitigar los efectos negativos en la salud mental durante esta pandemia global.

Palabras clave: ansiedad, COVID-19, depresión, efectos, pandemia, salud mental.

Abstract

The COVID-19 pandemic has had a significant impact on the mental health of people around the world. This article presents a bibliographical review of the effects of COVID-19 on mental health. **Objective:** Know and establish the Post-COVID-19 scenario and its relationship with mental health, highlighting the effects that have been caused during confinement and the gap of the new adaptability to risk situations, all in order to understand how the pandemic has impacted people mentally and how the negative effects of the pandemic on the mental health of people who have recovered from the virus can be prevented and treated. **Method:** Qualitative research. A sample of 40 articles published in English and Spanish during the period from January 2019 to March 2023 was used, establishing inclusion and exclusion criteria for their selection. Data were analyzed through a systematic review of the literature, identifying patterns and relationships between the findings of the different articles reviewed. **Results:** The results of the literature review indicate that the COVID-19 pandemic has had a significant impact on the mental health of people around the world. The most common symptoms include anxiety, depression, post-traumatic stress, insomnia, and substance abuse. **Conclusions:** This literature review confirms that COVID-19 represents a considerable threat to people's physical and mental health. It is necessary to address psychosocial risk factors and strengthen protective factors to mitigate the negative effects on mental health during this global pandemic.

Keywords: anxiety, COVID-19, depression, effects, pandemic, mental health.

Introducción

El COVID-19 es una enfermedad perteneciente a la familia del coronavirus producido por el SARS-CoV-2, hallado en Wuhan (China) por primera vez en diciembre de 2019. Desde entonces, el virus ha generado un impacto significativo en las dinámicas de la humanidad, así como en la naturaleza. La propagación del virus se dio de forma rápida, dado a que este especialmente se transmite mediante las gotículas respiratorias que se expulsan cuando un individuo con la enfermedad infecciosa tose, estornuda, habla o canta en lugares cerrados con poca ventilación, por otro lado, se propaga al haber tocado superficies infectadas con el virus y luego tocarse el rostro. La sintomatología del COVID-19 varía de una escala de leve a grave, generando en algunos casos efectos que causan el riesgo en la vida. La fiebre, episodios de tos, momentos de fatiga, dolores de cabeza y pérdida del olfato o del gusto son alguno de sus síntomas más habituales, en situaciones graves, el virus también puede generar dificultades como: neumonía, afectaciones en órganos y la muerte (Organización Mundial de la Salud, 2022).

Si bien, es muy fácil la transferencia de este virus a los seres humanos, por lo que se debe tener presente el cuidado de la sociedad, es decir, que a nivel global los gobiernos han instalado medidas sociales y políticas para disminuir, en ese entonces, la propagación, en donde se involucra también el aislamiento preventivo. Sin embargo, las recomendaciones sanitarias para proteger a los ciudadanos de cada sector del país y de los países está básicamente abarcado bajo los parámetros del cuidado y del autocuidado, en donde se da a conocer a nivel general que si la persona se cuida también está cuidando a los demás; claramente este comunicado igualmente incluye a los sectores públicos como privado, cuyo garante asegura la protección de las personas y con ello a disminuir para la propagación, y es por esto que la estrategia de protección que ha retomado los gobiernos nacionales y estatales, estos buscaron la mejor manera para la reducción del contagio, es decir, el método del aislamiento preventivo.

Entonces, desde la presencia del COVID-19, se puede vislumbrar un marca relevante en la historia de la humanidad, puesto que gracias a este virus, se establece una pandemia mundial como medida para proteger la población humana, siendo un intento de los gobiernos en reducir la mortalidad de los habitantes de sus países, no obstante, el virus ha motivado la muerte de millones de humanos en toda la tierra, generando también una consecuencia demoledora en cuanto a las economías de las naciones del mundo, induciendo de esta forma, una regresión en términos económicos y la desvinculación de las personas de sus empleos. Diversas naciones establecieron normas como: el distanciamiento social, cuarentenas y sellos de actividades comerciales en pro minimizar la transmisión la enfermedad (Organización Mundial de la Salud, 2022).

El coronavirus proveniente China estableció un nuevo orden mundial y nuevos retos para la humanidad, puesto que, desde la implementación de normas de protección y autocuidado, las personas se enfrentaron a diferentes restricciones que alteraron sus dinámicas de vida. Las relaciones laborales, el desarrollo de funciones, las relaciones interpersonales pasaron en su mayoría a ser de forma remota, es decir, mediante uso de tecnologías y plataformas virtuales, lo cual, conllevó a que las personas cambiaran la forma de hacer sus actividades diarias y crear un proceso de adaptación en las mismas, así como lo mencionan (Romero *et al.*, 2022) en el siguiente apartado:

En efecto, la paralización de las actividades por la COVID-19 ha llevado a la práctica hábitos de vida poco saludables entre los cuales se encuentran: el sedentarismo, la alimentación poco sana, los problemas de sueño y el aumento en el uso de pantallas de las tecnologías de la información y comunicación, que pueden aumentar los problemas físicos en toda la población, esto es, en niños, niñas, adolescentes y adultos. (p. 2)

Partiendo de lo anterior, en cuanto a las afectaciones a las personas en su vida, el concepto de la salud mental empezó a tomar importancia, dado que, esta se concibe como un estado fluctuante, desarrollado en los entornos de la persona a través de la forma en cómo se comporta y la relación interactiva que coadyuva a estas desde la individualidad y la colectividad extender “sus recursos emocionales, cognitivos y mentales para transitar por la vida cotidiana, para trabajar, para establecer relaciones significativas y para contribuir a la comunidad” (Congreso de Colombia, 2013). De esta forma, a raíz de la pandemia decretada en diferentes países alrededor del mundo, se pudo observar que los individuos al alejarse de las acciones a las que estaban acostumbrados, así como del contacto humano y las relaciones presenciales, estos pudieron experimentar situaciones de ansiedad, crisis emocionales, miedo y/o depresión, del mismo modo, siendo un agravante para la salud mental la incertidumbre y el pánico generado por las noticias e informaciones falsas (Organización Panamericana de la Salud, 2022).

De la misma manera, desde la dinámica impartida por COVID-19 las personas se vieron afectadas en cuanto en tanto a su motivación para realizar sus tareas diaria, como la actividad física y el trabajo, puesto que en su pensamiento no se registraba un horizonte con perspectiva positiva, lo que permitió que la salud mental empeorara en ellas, trayendo consigo emociones y sentimientos negativos; por lo que las personas se veían más propensas a desarrollar trastornos como la ansiedad, la depresión entre otros, generando así un riesgo para la vida y la integridad mental, psicológica y cognitiva (UNICEF, 2022).

La vida de las personas en el transcurrir de la historia ha experimentado diferentes situaciones que han generado cambios sociales y económicos, hechos históricos que han

marcado la vida de la descendencia humana; tal como lo fueron las guerras mundiales y la revolución industrial, misma que por su desarrollo dejaron huellas y nuevas perspectivas de vida, desarrollo y avance de la humanidad. A partir de lo expuesto con anterioridad, el nuevo coronavirus trajo consigo nuevas formas de ver el mundo, la virtualidad como nuevas estrategias para la vida y el trabajo, la resiliencia, la posibilidad para adaptarse a nuevas dinámicas, la gestión de las emociones y los sentimientos, nuevas formas de emprender y hacer negocios, entre otros.

Consecuentemente, es importante afirmar que el foco en la salud mental individual e igualmente colectiva ha tomado mayor partícipe, no solo en el incremento de algunas enfermedades como la depresión y obesidad, sino que, incluso después de eliminar el aislamiento preventivo “continúa impactando los trabajos e ingresos de las personas, también afectando su capacidad social, la confianza puesta en personas e instituciones, ocasionando también un extenso impacto de ansiedad, estrés, preocupación e incertidumbre” (León, 2019 citado en León, 2022, p. 5) .

En síntesis, aunque el COVID-19 puso en jaque la dinámica humana y la salud mental de las personas, se puede denotar la existencia de cambios en cuanto a las relaciones humanas, siendo estas protagonistas de la vida cotidiana de los individuos, ocasionando una inserción de la virtualidad y lo remoto en las redes sociales de apoyo de estos. No obstante, este virus ocasionó diferentes alteraciones en la salud mental de las personas después que lo superaron, por lo que es importante conocer y establecer que pasa después de haber contraído y recuperado del virus, es decir, develar un escenario de Post-COVID-19 y su relacionamiento con la salud mental, resaltando los efectos que han sido causante durante el confinamiento, dado que no solo en el área de la salud mental, sino también en los aspectos físicos y, por supuesto, con la brecha de la nueva adaptabilidad ante las situaciones de riesgo.

Método

El método de investigación utilizado en esta revisión bibliográfica fue el análisis cualitativo de la información recopilada de los artículos seleccionados. Los datos se analizaron mediante una revisión sistemática de la literatura, en la cual se identificaron y sintetizaron los hallazgos relevantes de cada artículo, y se realizaron comparaciones y contrastes entre ellos. En esta investigación se realizó una revisión bibliográfica cualitativa de los efectos del COVID-19 en la salud mental. Se efectuó una búsqueda bibliográfica a través de la consulta de términos MESH, obteniéndose como resultado los términos: *pandemic* (pandemia), COVID-19, coronavirus, *mental health* (salud mental) y *mental illness* (enfermedad mental).

Criterios de Inclusión y Exclusión

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión para la selección de los artículos: (1) artículos publicados en inglés y español; (2) artículos que traten sobre los efectos del COVID-19 en la salud mental; (3) artículos publicados en el periodo de enero de 2020 a marzo de 2023. Los criterios de exclusión fueron: (1) artículos que no aborden específicamente la salud mental en el contexto de la pandemia de COVID-19; (2) artículos publicados en otros idiomas que no sean inglés o español. En cuanto al tamaño muestral, se revisaron un total de 40 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente.

Etapas

En cuanto a las fases o etapas del proceso de investigación, se pueden identificar las siguientes:

- **Búsqueda de Artículos:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scielo, Elsevier, Scopus y PsycINFO utilizando los términos previamente mencionados como criterios de búsqueda.
- **Selección de Artículos y Procedimiento:** Se evaluaron los artículos obtenidos a través de la búsqueda según los criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente. Se llevó a cabo búsquedas en diferentes bases de datos académicas para recopilar información relacionada con la pandemia de COVID-19 y su impacto en la salud mental. Se llevaron a cabo búsquedas en PubMed, Elsevier, Scopus, Scielo y PsycINFO el 8 de mayo de 2023. En PubMed se encontraron 464 artículos, de los cuales se seleccionaron 4 sin encontrar repetidos. En Elsevier se encontraron 834 artículos, de los cuales se eligieron 20, con 5 artículos repetidos. En Scopus se encontraron 656 artículos, de los cuales se seleccionaron 8, con 12 artículos repetidos. En Scielo se encontraron 5 artículos, de los cuales se eligieron 2, con 8 artículos repetidos. En PsycINFO se encontraron 347 artículos, de los cuales se seleccionaron 4 sin repetidos. En total, se obtuvieron 40 artículos relevantes. Las palabras clave utilizadas fueron “pandemic”, “COVID-19”, “coronavirus”, “mental health” y “mental illness” (Tabla 1).

Tabla 1. Número de artículos hallados por búsqueda.

Nombre de la base de datos	Fecha de búsqueda	Número de artículos hallados	Número de Artículos elegidos	Artículos repetidos
PubMed	8/05/2023	464	4	0
ElSevier	8/05/2023	834	20	5
Scopus	8/05/2023	656	8	12
Scielo	8/05/2023	5	2	8
PsycINFO	8/05/2023	347	4	0
Total		40 artículos		
Palabras clave:	pandemic (pandemia), COVID-19, coronavirus, mental health (salud mental) y mental illness (enfermedad mental).			

- **Extracción de Datos:** Se extrajeron los datos relevantes de cada artículo, incluyendo los efectos del COVID-19 en la salud mental, los factores que influyen en la salud mental durante la pandemia y las posibles intervenciones para mejorar la salud mental de las personas afectadas.
- **Análisis de Datos:** Se realizó una síntesis de los datos recopilados, identificando patrones y relaciones entre los hallazgos de los diferentes artículos revisados (Tabla 2).

Tabla 2. Resultado de las búsquedas en PubMed, ElSevier, Scopus, Scielo y PsycINFO.

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
1	Experiences of pregnancy in adolescence of internally displaced women in Bogotá: an ethnographic approach	https://doi.org/10.3390/ijerph19159573	2022	Este artículo se centra en cómo las mujeres desplazadas internamente entienden sus experiencias de embarazo en la adolescencia en el contexto del conflicto armado a través de un enfoque etnográfico en una comunidad receptora de mujeres desplazadas internamente en Bogotá, Colombia.

*COVID-19 y salud mental:
una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID*

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
2	Las relaciones del cuidador-bebé, abordadas en un proceso de intervención psicológico con perspectiva contextual	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7447993	2020	El artículo analiza las relaciones tempranas entre cuidadores y bebés en familias de Popayán mediante un estudio cualitativo con entrevistas, observación y diarios experienciales. Se implementó una intervención psicológica grupal para fortalecer el vínculo afectivo y promover la salud mental de los cuidadores.
3	Role of Body Mass and Physical Activity in Autonomic Function Modulation on Post-COVID-19 Condition: An Observational Subanalysis of Fit-COVID Study	http://doi.org/10.3390/ijerph19042457	2022	El objetivo del estudio fue analizar la función autonómica de adultos jóvenes después de una infección leve a moderada con SARS-CoV-2 y evaluar si el índice de masa corporal (IMC) y los niveles de actividad física modulan la función autonómica en participantes con y sin COVID-19.
4	Prevalence of and risk factors for depressive and anxiety symptoms in a large sample of Chinese adolescents in the post-COVID-19 era	https://doi.org/10.1186/s13034-021-00429-8	2021	El objetivo de este estudio fue evaluar la prevalencia y los factores de riesgo de los síntomas depresivos y de ansiedad entre los estudiantes adolescentes chinos de secundaria en la era posterior a la COVID-19.

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
5	Long COVID a New Derivative in the Chaos of SARS-CoV-2 Infection: The Emergent Pandemic?	https://doi.org/10.3390/jcm10245799	2021	Este estudio pretende mostrar a la comunidad científica el conocimiento actual de la CL. aunque pueden implicar cambios fisiopatológicos generados por la persistencia del virus, alteraciones inmunológicas secundarias a la interacción virus-huésped, daño tisular de origen inflamatorio e hiperactivación de la coagulación
6	SARS-CoV-2 and the Brain: What Do We Know about the Causality of 'Cognitive COVID'?	https://doi.org/10.3390/jcm10153441	2021	Resalta la comprensión actual de los diversos mecanismos directos e indirectos, centrándose en el papel del neurotropismo del SARS-CoV-2, el estado proinflamatorio general y los factores estresantes psicosociales asociados con la pandemia en la causalidad. de 'COVID Cognitivo.
7	Long-Term Outcomes of Patients with Coronavirus Disease 2019 at One Year after Hospital Discharge	https://doi.org/10.3390/jcm10132945	2021	Este estudio tiene como objetivo investigar las consecuencias post-agudas para la salud y la mortalidad un año después del alta hospitalaria.

*COVID-19 y salud mental:
una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID*

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
8	Long COVID in hospitalized and non-hospitalized patients in a large cohort in Northwest Spain, a prospective cohort study	https://doi.org/10.1038/s41598-022-07414-x	2022	El objetivo de este estudio es describir la persistencia de los síntomas 6 meses después del diagnóstico de COVID-19 en una cohorte prospectiva del noroeste de España.
9	Recovering or Persisting: The Immunopathological Features of SARS-CoV-2 Infection in Children	https://doi.org/10.3390/jcm11154363	2022	En este estudio, se sugiere que los niños afectados por Long COVID pueden tener una capacidad comprometida para cambiar de la respuesta inmunitaria innata a la adaptativa, como lo respaldan los datos que muestran una contracción del compartimento de células B ingenuas y cambiadas y un equilibrio inestable de la T reguladora linfocitos que se producen en estos niños.
10	Immediate Psychological Responses and Associated Factors during the Initial Stage of the 2019 Coronavirus Disease (COVID-19) Epidemic among the General Population in China	https://doi.org/10.3390/ijerph17051729	2020	El objetivo de este estudio fue encuestar al público en general en China para comprender mejor sus niveles de impacto psicológico, ansiedad, depresión y estrés durante la etapa inicial del brote de COVID-19.

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
11	Impacto de la pandemia de COVID-19 en la salud mental de la población general: una revisión sistemática	https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.08.001	2020	La pandemia de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) ha resultado en peligros sin precedentes para la salud mental en todo el mundo.
12	Salud mental colectiva, la covid y el mundo pos-pandemia	https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/34891/1/RF_Uzcatogui_2022n18.pdf	2022	Tiene como objetivo mostrar relaciones de la pandemia con la Salud Mental Colectiva y el Buen Vivir. Explica el concepto de Buen Vivir. Se comenta la manera de enfrentar la pandemia por los gobiernos y el mercado en comparación con la respuesta que se plantea desde la medicina social.
13	Información básica sobre la COVID-19	https://www.who.int/es/newsroom/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19	2022	Información básica sobre la COVID-19
14	Salud mental y COVID 19	https://www.paho.org/es/salud-mental-covid-19	2022	Desarrollo de Salud Mental y COVID 19
15	Estado emocional de cuidadores y de niños preescolares: antes y durante la cuarentena por COVID-19	https://doi.org/10.21676/2389783X.4687	2022	En este artículo, se examina la evolución de las emociones y el bienestar mental de los cuidadores y los niños en el contexto de la pandemia.
16	The psychological and mental impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on medical staff and general public—A systematic review and meta-analysis.	https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113190	2020	Esta revisión sistemática y metaanálisis tiene como objetivo examinar los efectos psicológicos y mentales del COVID-19 en estas dos poblaciones.

*COVID-19 y salud mental:
una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID*

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
17	The outbreak of COVID-19 coronavirus and its impact on global mental health.	https://doi.org/10.1177/0020764020915212	2020	Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto del brote de COVID-19 en la salud mental a nivel mundial, evaluando los efectos psicológicos y emocionales en la población afectada.
18	Mental Health and the COVID-19 Pandemic	https://doi.org/10.1056/NEJMp2008017	2020	El objetivo de esta investigación es examinar la relación entre la salud mental y la pandemia de COVID-19, identificando los factores que pueden influir en el bienestar psicológico de las personas durante este período.
19	COVID-19 pandemic and mental health consequences: Systematic review of the current evidence.	https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.05.048	2020	Este estudio tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la evidencia actual sobre las consecuencias en la salud mental causadas por la pandemia de COVID-19, para comprender mejor los impactos psicológicos asociados.
20	Impacto psicológico de la pandemia de COVID-19: Efectos negativos y positivos en población española asociados al periodo de confinamiento nacional.	https://doi.org/10.5944/rppc.27569	2020	El objetivo de esta investigación es evaluar el impacto psicológico de la pandemia de COVID-19 en la población española, analizando tanto los efectos negativos como los positivos relacionados con el período de confinamiento nacional.

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
21	Factors influencing compliance with quarantine in Toronto during the 2003 SARS outbreak. <i>Biosecurity and bioterrorism: biodefense strategy, practice, and science</i>	https://doi.org/10.1089/bsp.2004.2.265	2019	El objetivo de este estudio es identificar los factores que influyen en el cumplimiento de la cuarentena durante un brote, tomando como ejemplo el brote de SARS en Toronto en 2003. El enfoque se centra en comprender los factores que pueden afectar la adherencia a las medidas de cuarentena.
22	The psychological impact of the COVID-19 epidemic on college students in China	https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112934	2020	Esta investigación tiene como objetivo examinar el impacto psicológico de la epidemia de COVID-19 en estudiantes universitarios en China, analizando los efectos emocionales y psicológicos que experimentan durante este período.
23	The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence.	https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8	2020	El objetivo de este estudio es realizar una revisión rápida de la evidencia disponible sobre el impacto psicológico de la cuarentena y analizar las estrategias para reducirlo. El enfoque se centra en comprender cómo la cuarentena puede afectar la salud mental y qué enfoques pueden ayudar a minimizar sus efectos negativos.

*COVID-19 y salud mental:
una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID*

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
24	Factores de riesgo psicosocial asociados a la salud mental de los adolescentes en medio del brote pandémico de COVID-19	https://doi.org/10.1177/0020764020971008	2020	El estudio actual tuvo como objetivo explorar los factores de riesgo psicosocial asociados con la salud mental de los adolescentes en medio del brote.
25	Aislamiento social en COVID-19: El impacto de la soledad	https://doi.org/10.1177/0020764020922269	2020	Relación entre el aislamiento social y la soledad durante la pandemia del COVID-19.
26	La OMS declara que el brote de COVID-19 es una pandemia.	https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/3/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic	2020	El objetivo de esta declaración es informar al público y a la comunidad internacional sobre la gravedad y el alcance global del brote de COVID-19, destacando la necesidad de tomar medidas urgentes y coordinadas para combatir la enfermedad.
27	Intervenciones psicológicas para personas afectadas por la epidemia de COVID-19	https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30073-0	2020	Las intervenciones deben basarse en una evaluación integral de los factores de riesgo que conducen a problemas psicológicos
28	Epidemic of COVID-19 in China and associated Psychological Problems	https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.102092	2020	Hay una mayor tasa de ansiedad, depresión, trastorno por consumo de alcohol y menor bienestar mental durante la epidemia de COVID-19.

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
29	Social isolation in COVID-19: The impact of loneliness.	https://doi.org/10.1177/0020764020922269	2020	Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto del aislamiento social en el contexto de la pandemia de COVID-19, centrándose específicamente en el impacto de la soledad en la salud y el bienestar de las personas.
30	The COVID-19 outbreak: Crucial role the psychiatrists can play	https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.102014	2020	Caos masivo y el pánico debido a la incertidumbre de una enfermedad pueden causar más daño que el propio virus con el susto de la pandemia de COVID-19 en aumento.
31	The COVID-19 epidemic	https://doi.org/10.1111%2Ftmi.13383	2020	Descripción y explicación del coronavirus.
32	Salud Mental y la Pandemia del COVID-19	https://doi.org/10.1056/NEJMp2008017	2020	El objetivo de esta investigación es explorar la relación entre la salud mental y la pandemia de COVID-19, examinando los efectos psicológicos y emocionales que la crisis ha tenido en la población en general.
33	The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence	https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8	2020	Revisión del impacto psicológico de la cuarentena
34	Nuevo coronavirus (2019-nCoV): lo que necesita saber	https://publichealthmatters.blog.gov.uk/2020/01/23/wuhan-novel-coronavirus-what-you-need-to-know/	2020	Definición y explicación de la patología.

*COVID-19 y salud mental:
una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID*

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
35	Los efectos psicológicos de poner en cuarentena una ciudad	https://doi.org/10.1136/bmj.m313	2020	Efectos psicológicos derivados de la cuarentena, ahondando en el estrés.
36	The impact of pandemic-related stress on attentional bias and anxiety in alexithymia during the COVID-19 pandemic	https://doi.org/10.1038/s41598-023-33326-5	2023	Este estudio tuvo como objetivo determinar si la alexitimia contribuyó a la vulnerabilidad a los niveles de ansiedad en respuesta a los factores estresantes relacionados con COVID-19.
37	La aparición de la variante omicron (B.1.1.529) SARS-CoV-2: ¿Cuál es el impacto en la continuación de la pandemia?	https://doi.org/10.1007/s44197-022-00032-w	2022	Se responden interrogantes en base a las nuevas variantes del COVID-19.
38	Impacto en la salud mental y las percepciones de la atención psicológica entre el personal médico y de enfermería en Wuhan durante el brote de la enfermedad por el nuevo coronavirus de 2019: un estudio transversal	https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.03.028	2020	Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto en la salud mental del personal médico y de enfermería en Wuhan durante el brote de COVID-19, así como evaluar las percepciones y la satisfacción con la atención psicológica brindada durante este período.

N	NOMBRE	DOI	AÑO	DATOS RELEVANTES
39	Ansiedad por la salud y sesgo de atención hacia los estímulos relacionados con el virus durante la pandemia de COVID-19.	https://doi.org/10.1038/s41598-020-73599-8	2020	El objetivo de esta investigación es examinar la relación entre la ansiedad por la salud y el sesgo de atención hacia los estímulos relacionados con el virus durante la pandemia de COVID-19, evaluando cómo estos factores pueden influir en la percepción y respuesta de las personas ante la crisis sanitaria.
40	Percepción del riesgo epidémico, estrés percibido y salud mental durante la pandemia de COVID-19: un modelo de mediación moderado.	https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.102092	2020	El objetivo de este estudio es investigar la relación entre la percepción del riesgo epidémico, el estrés percibido y la salud mental durante la pandemia de COVID-19, explorando la mediación moderada de estos factores en el bienestar psicológico de las personas afectadas por la crisis.

- **Informe de Resultados:** Se elaboró un informe que presenta los hallazgos de la revisión bibliográfica, destacando los principales efectos del COVID-19 en la salud mental, los factores que influyen en la salud mental durante la pandemia y las posibles intervenciones para mejorar la salud mental de las personas afectadas.
- **Conclusiones:** Se expondrán conclusiones en base a los artículos consultados y analizados.

Resultados

El COVID-19 ha tenido un impacto significativo en la salud mental de la población mundial, generando síntomas de estrés, ansiedad y depresión, los factores sociodemográficos, las demandas sociales y laborales, la estructura de la personalidad, los mecanismos de afrontamiento utilizados y las redes sociales de apoyo se incluyen en esta lista de consideraciones para evaluar la respuesta del COVID-19 al estrés. (Torales *et al.*, 2020), a lo largo de este artículo, se discutirán los hallazgos de investigaciones recientes que abordan las consecuencias psicológicas de la pandemia.

Se ha observado que las mujeres y los jóvenes pueden ser más propensos a experimentar síntomas de ansiedad y depresión durante la pandemia, ya que las demandas sociales y laborales también han jugado un papel importante en la respuesta al estrés provocado por la pandemia, debido a que muchas personas que han perdido su empleo o han experimentado inestabilidad laboral pueden enfrentar mayores niveles de estrés y ansiedad, además, el trabajo remoto y las responsabilidades familiares adicionales pueden generar una mayor presión sobre la salud mental de los individuos (Ramírez *et al.*, 2020).

Según Vindegaard y Benros (2021) la estructura de personalidad de un individuo también puede influir en su capacidad para manejar el estrés durante la pandemia, ya que aquellos con altos niveles de neuroticismo y bajos niveles de resiliencia pueden tener una mayor dificultad para enfrentar el estrés y adaptarse a los cambios en su vida diaria, a diferencia de las personas con alta autoeficacia y optimismo que pueden ser más resistentes al estrés y capaces de desarrollar mejores estrategias de afrontamiento.

Las estrategias de afrontamiento que los individuos adoptaron durante la pandemia del COVID-19 han tenido un efecto sustancial en su bienestar emocional y psicológico, en base a que las estrategias proactivas y centradas en la solución de problemas, como la búsqueda de información confiable, la creación de metas alcanzables y la adaptación a las circunstancias cambiantes, han demostrado ser más eficientes en la disminución del estrés y el fomento de una mejor salud mental, estas estrategias pueden incluir la planificación de rutinas diarias, la participación en actividades significativas y el establecimiento de límites claros entre la vida laboral y personal (Torales *et al.*, 2020).

Asimismo, las estrategias de afrontamiento pasivas o evasivas, como la negación, la evitación y la rumiación, pueden ser menos efectivas y, en algunos casos, han sido perjudiciales para el bienestar emocional y psicológico de las personas durante la pandemia, estas estrategias pueden conducir a un aumento en los niveles de ansiedad, depresión y estrés crónico, lo que a su vez puede tener un impacto negativo en la calidad de vida y la capacidad de adaptación a los desafíos presentes y futuros (Brooks *et al.*, 2020).

Continuamente las redes de apoyo social han desempeñado un papel esencial en la preservación de la salud mental de las personas durante el transcurso de la pandemia de COVID-19, debido a que un sistema de apoyo social sólido y confiable puede servir como escudo protector contra el estrés y fomentar la capacidad de resiliencia en los individuos, establecer y mantener conexiones significativas con amigos, familiares y grupos de apoyo puede proporcionar a las personas las herramientas emocionales y prácticas necesarias para enfrentar de manera más efectiva el estrés derivado del COVID-19 y superar los diversos desafíos que la pandemia plantea en diferentes aspectos de la vida (Chávez, 2022).

Estudios realizados durante la pandemia han revelado un aumento en los síntomas de ansiedad y depresión. Un metaanálisis de Luo *et al.* (2020) mostró que la prevalencia de síntomas de ansiedad y depresión fue del 31.9% y 33.7%, respectivamente, en la población general durante la pandemia, esto representa un aumento considerable en comparación con los niveles prepandémicos existidos anteriormente.

En relación con la edad, los estudios sobre la salud mental y el COVID-19 han encontrado resultados variados, algunos documentos señalan que la afectación mental, como el miedo al coronavirus, es mayor en el grupo de edad de 19 a 30 años, debido a la restricción de su interacción social durante una etapa clave de sus vidas, ya que estos individuos podrían experimentar sentimientos de aislamiento, soledad y ansiedad, ya que sus oportunidades para establecer y mantener relaciones sociales y profesionales se ven limitadas por las medidas de confinamiento y distanciamiento social (Cacchiarelli, *et al.* 2022). Por otro lado, otros estudios sugieren que las personas mayores pueden experimentar una mayor afectación en su salud mental debido a su mayor vulnerabilidad a complicaciones y fallecimientos relacionados con la infección por COVID-19 (Sepúlveda *et al.*, 2020)

Durante la pandemia COVID-19, el confinamiento domiciliario de amplios sectores de la población por períodos indefinidos, las diferencias entre las órdenes de quedarse en casa emitidas por varias jurisdicciones y los mensajes contradictorios del gobierno y las autoridades de salud pública intensificaron probablemente la angustia experimentada por muchas personas, desencadenando problemas mentales y psicológicos en la vida de las personas. (OMS, 2022)

Un estudio realizado en comunidades afectadas por el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) a principios de la década de 2000 mostró paralelismos con la situación vivida durante la pandemia del COVID-19, ya que a pesar de que los miembros de la comunidad, las personas afectadas y los trabajadores de la salud estaban motivados para cumplir con la cuarentena con el fin de reducir el riesgo de infectar a otros y proteger la

salud de la comunidad, la angustia emocional llevó a algunos a considerar la violación de las órdenes de confinamiento. (DiGiovanni *et al.*, 2004)

Amran (2022) manifiesta que:

En relación con el COVID-19, la pandemia ha generado cambios significativos en el ámbito laboral y personal, como la adopción del home-office y la adaptación a nuevos entornos de trabajo, es por ello por lo que la gestión del tiempo y el establecimiento de rutinas laborales se han vuelto cruciales para mantener el equilibrio entre la vida personal y profesional en el hogar. Sin embargo, el auto conflicto puede surgir con pensamientos negativos, actividades diarias no planificadas, cambios en el patrón de sueño y uso excesivo de internet, así como también, las relaciones familiares se han podido ver afectadas por conflictos entre padres e hijos y falta de comunicación entre hermanos o miembros de la familia en general. En el ámbito educativo, los estudiantes enfrentan dificultades como la acumulación de tareas, la falta de orientación adecuada y la comprensión limitada del aprendizaje en línea; todos estos factores resaltan la importancia de adaptarse y desarrollar estrategias para superar los desafíos presentados por la pandemia (Tabla 3).

Tabla 3. Factores de riesgo psicosocial en medio del brote pandémico de COVID-19.

Temas esenciales	Declaración temática
Trabajo	Home- office Nuevos entornos de trabajo Gestión del tiempo y establecimiento de rutinas laborales Equilibrio entre vida personal y profesional en el hogar
Auto conflicto	Desarrolla pensamientos negativos en casa. Actividades diarias no planificadas Cambios en el patrón de sueño y horas de despertar irregulares Uso masivo de internet
Miembros de la familia	Conflicto entre padres e hijos Falta de comunicación entre hermanos.
Estudiantes	Amontonándose en la tarea Orientación inadecuada para la tarea. Incapacidad para comprender el aprendizaje en línea.

Epidemia de COVID-19 y Efectos en la Salud Mental

La cuarentena fue una de varias medidas de salud pública implementadas para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas y tuvo un impacto psicológico significativo en los afectados. Este método de aislamiento, aunque efectivo en la contención de la propagación del virus, generó consecuencias emocionales y mentales en las personas confinadas, asimismo la interrupción de las rutinas cotidianas y la falta de interacción social también contribuyeron al deterioro del bienestar mental de las personas en cuarentena.

Las crisis de salud pública pueden impactar en la salud, seguridad y bienestar tanto de individuos (generando, por ejemplo, inseguridad, desconcierto, aislamiento emocional y estigmatización) como de comunidades (a raíz de pérdidas económicas, clausura de escuelas y trabajos, recursos insuficientes para la atención médica, respuesta inadecuada y distribución deficiente de necesidades). Estas consecuencias pueden manifestarse en diversas reacciones emocionales (tales como angustia o trastornos psiquiátricos), conductas perjudiciales para la salud (como el abuso de sustancias) y el incumplimiento de directrices de salud pública (como el confinamiento domiciliario y la vacunación) tanto en personas infectadas como en la población en general. (Rubin & Wessely, 2020)

Entre los artículos estudiados, se observó un patrón común relacionados a los efectos del COVID-19 en la salud mental de las personas, la cual se clasifico de la siguiente forma: (Tabla 4).

Tabla 4. *Efectos en la Salud Mental a causa del COVID-19.*

EFECTO	DESCRIPCIÓN
Ansiedad	Preocupación constante, inquietud y miedo al contagio o al impacto de la pandemia en la vida diaria.
Depresión	Sentimientos de tristeza, desesperanza y pérdida de interés en actividades que solían disfrutar.
Estrés	Tensión emocional y física causada por la incertidumbre, el aislamiento y las preocupaciones económicas.
Insomnio	Dificultad para conciliar el sueño, mantenerse dormido o tener un sueño reparador.
Fatiga	Agotamiento físico y mental debido a cambios en la rutina, el estrés y la preocupación constante.
Trastornos de alimentación	Cambios en los patrones de alimentación, como comer en exceso o no comer lo suficiente.

EFECTO	DESCRIPCIÓN
Aumento del consumo de sustancias	Incremento en el uso de alcohol, tabaco o drogas como mecanismo de afrontamiento.
Trastorno de estrés postraumático (TEPT)	Revivir eventos traumáticos relacionados con la pandemia, como la pérdida de seres queridos o el colapso del sistema de salud.
Soledad y aislamiento	Sentimientos de aislamiento y desconexión social debido al distanciamiento físico y las restricciones de movilidad.
Problemas de concentración	Dificultad para enfocarse en tareas y tomar decisiones debido a la preocupación constante y la fatiga mental.

La tabla anterior muestra los efectos en la salud mental causados por la pandemia del COVID-19, ya que, a lo largo de la pandemia, numerosos estudios han documentado estos efectos en diferentes poblaciones y contextos. De esta forma, la ansiedad ha sido un efecto común, con personas experimentando preocupación constante, inquietud y miedo al contagio o al impacto de la pandemia en la vida diaria (Holmes *et al.*, 2020; Pfefferbaum y North, 2020). La depresión también ha aumentado, caracterizada por sentimientos de tristeza, desesperanza y pérdida de interés en actividades que solían disfrutar (Wang *et al.*, 2020). El estrés, debido a la incertidumbre, el aislamiento y las preocupaciones económicas, ha sido otro efecto adverso (Saha *et al.*, 2020).

De igual forma, el insomnio y la fatiga han sido comunes, ya que las personas han enfrentado dificultades para conciliar el sueño y mantenerse dormido debido al estrés y la preocupación constante (Morin *et al.*, 2021). Los trastornos de alimentación también han surgido como resultado de cambios en los patrones de alimentación (Sideli *et al.*, 2021). El aumento en el consumo de sustancias, como el alcohol, tabaco o drogas, ha sido otra preocupación en la salud mental (Schmidt *et al.*, 2021).

Además, el trastorno de estrés postraumático (TEPT) se ha observado en personas que han vivido eventos traumáticos relacionados con la pandemia, como la pérdida de seres queridos o el colapso del sistema de salud (Li *et al.*, 2021). La soledad y el aislamiento han sido efectos adicionales, con individuos sintiéndose desconectados socialmente debido al distanciamiento físico y las restricciones de movilidad (Banerjee & Mayank, 2020). Finalmente, las personas han experimentado problemas de concentración debido a la preocupación constante y la fatiga mental (Carod & García, 2021).

Peng *et al.* (2019) llevaron a cabo un estudio epidemiológico transversal en una muestra de 32,552 chinos, donde reportaron prevalencias de 12 meses y prevalencias de por vida de problemas de salud mental. En dicho estudio, se encontró que la prevalencia de ansiedad en 12 meses fue del 5%, del 3.6% para la depresión y del 1.8% para el

trastorno por consumo de alcohol, además, la prevalencia de por vida de ansiedad fue del 6.8%, del 7.6% para la depresión y del 4.4% para el trastorno por consumo de alcohol (Peng *et al.*, 2019).

Un brote repentino de una enfermedad siempre representa una amenaza para la salud mental de las personas afectadas y sus contactos cercanos. Tanto pacientes confirmados como sospechosos, personal médico y relacionado, así como contactos cercanos a los pacientes, pueden enfrentarse a una mayor prevalencia de ansiedad, depresión, ira y otros problemas psicológicos asociados. Los pacientes pueden temer a la muerte, mientras que médicos y enfermeras involucrados en el tratamiento de personas afectadas por COVID-19 podrían experimentar temor a contraer el virus y transmitirlo a familiares, amigos u otras personas cercanas (Xiang *et al.*, 2020).

Aquellos en aislamiento y cuarentena atraviesan una situación estresante, en la que pierden la comunicación cara a cara y otras interacciones sociales habituales a causa del brote epidémico (Zhang *et al.*, 2021). Además, pueden experimentar sentimientos de soledad e ira (Xiang *et al.*, 2020). Estos efectos a corto plazo pueden evolucionar hacia un trastorno de adaptación y un trastorno de estrés postraumático (Banerjee & Mayank, 2020).

Algunas características particulares, emociones y estados mentales pueden tener un impacto negativo más pronunciado en la salud mental, y la presencia de COVID-19 ciertamente influirá si la persona tiene antecedentes de ansiedad o Trastorno de Ansiedad Generalizada, de manera natural, la prevalencia de problemas psicológicos es notablemente mayor entre aquellos cuyos amigos y familiares se infectaron o fallecieron a causa del COVID-19, además de esto, los pacientes diagnosticados temen ser aislados socialmente, lo cual, combinado con el sentimiento de culpa por contagiar a otros, podría desencadenar trastornos mentales (Ahmed *et al.*, 202).

Asimismo Brooks, *et al.* (2020) en una revisión sobre las consecuencias psicológicas en individuos en cuarentena y profesionales de la salud puede resultar esclarecedora; esta reveló múltiples efectos emocionales, como el estrés, la depresión, la irritabilidad, el insomnio, el miedo, la confusión, la ira, la frustración, el aburrimiento y el estigma relacionado con la cuarentena, manifestando que algunos de estos efectos persistieron incluso después de finalizada la cuarentena, ya que los factores estresantes específicos abarcaban una mayor duración del confinamiento, la falta de suministros adecuados, problemas para acceder a atención médica y medicamentos, así como pérdidas financieras derivadas de la situación.

Durante la crisis, las oportunidades para supervisar las necesidades psicosociales y proporcionar apoyo durante las interacciones directas con los pacientes en la práctica clínica se vieron significativamente limitadas debido al confinamiento domiciliario a gran

escala y los servicios psicosociales, que solían brindarse cada vez más en entornos de atención primaria, se ofrecieron a través de la telemedicina.

El contenido de las intervenciones psicológicas (por ejemplo, la TCC) debió modificarse para adaptarse a las necesidades de la población general durante la epidemia. La TCC debió entregarse preferentemente en línea o por teléfono para evitar la propagación de la infección, dado que la TCC en línea no requería la presencia de profesionales de la salud mental (p. ej., psicólogos), resultó útil para el público en general en China, ya que había escasez de psicólogos. De acuerdo con los hallazgos, la terapia cognitiva pudo proporcionar información o evidencia para mejorar la confianza en la capacidad del médico para diagnosticar COVID-19. La terapia cognitiva pudo desafiar el sesgo cognitivo cuando los receptores sobrestimaban el riesgo de contraer y morir por COVID-19. (Wang *et al*, 2020)

La pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto significativo en la salud mental de las personas y las comunidades en todo el mundo. Como lo sugirieron Banerjee y Mayank (2020) y otros estudios mencionados, el aislamiento social, la soledad, el estrés, la depresión y otros problemas emocionales se han vuelto más prevalentes durante este difícil período. La adaptación de las intervenciones psicológicas, como la terapia cognitivo-conductual (TCC), para ser entregadas en línea o por teléfono, fue crucial para abordar estos problemas y garantizar el bienestar de la población general, especialmente en áreas con escasez de profesionales de salud mental. A medida que avanzamos en el futuro, es crucial seguir investigando y desarrollando intervenciones efectivas y accesibles para abordar los desafíos de salud mental que surgen de situaciones similares a la pandemia de COVID-19.

Discusión

La pandemia de COVID-19 se asocia con niveles significativos de malestar psicológico que, en muchos casos, podrían alcanzar el umbral de relevancia clínica, ya que al atenuar los efectos perjudiciales del COVID-19 en la salud mental es una prioridad de salud pública internacional, Torales *et al.* (2020) han enfatizado la necesidad de intervenciones psicosociales breves y basadas en la comunidad, reconociendo el impacto crónico en la salud mental de la situación pandémica que se ha venido atravesando a lo largo de estos años.

El COVID-19 ha generado múltiples efectos negativos en la salud mental de las personas, tanto directa como indirectamente, entre estos efectos se encuentran el estrés, la depresión, la irritabilidad, el insomnio, el miedo, la confusión, fatiga, trastornos de alimentación, la ira, la frustración, el aburrimiento y el estigma asociado con la cuarentena,

además, se han observado trastornos psicológicos como la ansiedad, la depresión y el trastorno por consumo de sustancias, los cuales pueden verse agravados por factores circunstanciales como el confinamiento prolongado, la infección de familiares y amigos, y la muerte de personas cercanas.

Cabe resaltar que, durante una pandemia, no solo se ve afectada la salud física, sino que también se producen importantes daños en la salud mental, debido a que las personas con enfermedades mentales a menudo experimentan discriminación y se sienten alienadas al buscar atención para sus necesidades de salud física. Estudios expuestos en el apartado anterior demostraron que la infección por COVID-19 no es un requisito previo para desarrollar problemas y trastornos psicológicos, como ansiedad, depresión y trastorno por consumo de alcohol, sino que pueden ser consecuencia de efectos circunstanciales, como el confinamiento prolongado, la infección de familiares, amigos o la muerte de personas cercanas y demás situaciones a las que se ven expuestas las personas en medio de la pandemia.

Asimismo, es relevante destacar que no todo el impacto psicológico generado por el COVID-19 ha sido negativo. Algunas personas han señalado haber experimentado experiencias positivas, tales como aprender a valorar más las actividades al aire libre, mostrar mayor interés por los demás, valorar más las relaciones personales y disfrutar de pasar tiempo con la familia. No obstante, en las primeras etapas de una pandemia, las personas suelen tener poca información sobre la naturaleza, el tratamiento, la tasa de mortalidad, entre otros aspectos, lo que alimenta el miedo hacia el virus. Como menciona Xiang *et al.* (2020), la cuarentena puede inducir soledad, aburrimiento, ira, ansiedad y depresión.

No es un secreto para nadie que la pandemia de COVID-19 ha tenido implicaciones alarmantes para la salud individual y colectiva, así como para el funcionamiento emocional y social, y además de brindar atención médica, los proveedores de atención médica, que ya están sobrecargados, han tenido un papel importante en el seguimiento de las necesidades psicosociales y la prestación de apoyo psicosocial a sus pacientes, proveedores de atención médica y el público.

A pesar de los esfuerzos de los profesionales de la salud y las autoridades para brindar apoyo emocional y recursos de autoayuda durante la cuarentena, el impacto psicológico a largo plazo de este período de confinamiento sigue siendo motivo de preocupación y estudio. Estos efectos enfatizan la importancia de considerar el bienestar mental de la población en la implementación y evaluación de medidas de salud pública durante situaciones de crisis sanitaria.

Es crucial que los psicólogos y consejeros consideren los factores de riesgo psicosocial y diseñen estrategias de preparación en salud psicosocial para el tratamiento

de los efectos generados por esta pandemia, asimismo, es importante destacar que el COVID-19 ha dejado de ser una neumonía atípica, ya que recientemente la Organización Mundial de la Salud (OMS) manifestó que “La emergencia sanitaria por la pandemia de covid-19 ha terminado, el anuncio se produce más de tres años después de que la organización declarara la enfermedad de coronavirus una “emergencia sanitaria global,” destacando asimismo que “a pesar de que la fase de emergencia ha terminado, la pandemia no ha llegado a su fin.”.

Lo que quiere decir que aunque la emergencia sanitaria del COVID-19 ha dejado de ser una amenaza inminente a nivel mundial, todavía persisten numerosas secuelas y consecuencias que resultan de esta crisis, es primordial reconocer que, específicamente en el ámbito de la salud mental, se debe prestar una atención continua y cuidadosa para evitar agravar aún más la situación, y que a pesar de que las tasas de infección pueden estar disminuyendo y las medidas de control pueden estar relajándose gradualmente, los impactos psicológicos y emocionales de la pandemia pueden perdurar a largo plazo.

Por tal razón es esencial comprender que los efectos negativos en la salud mental, como el estrés, la ansiedad, la depresión y otros trastornos, pueden continuar afectando a las personas incluso después de que la amenaza física inmediata del virus se haya reducido. Los desafíos económicos, el aislamiento social prolongado, las pérdidas personales y las dificultades en la adaptación a los cambios en la vida cotidiana han dejado una huella significativa en la salud mental de muchos individuos y comunidades.

En ese sentido, es de vital importancia brindar apoyo y recursos adecuados para abordar estos problemas de salud mental, se deben implementar intervenciones psicosociales y programas de atención en salud mental que se centren en la prevención, el tratamiento y la promoción del bienestar emocional, conjunto a ello, se deben destinar recursos para la capacitación y el fortalecimiento de los profesionales de la salud mental, a fin de que puedan responder de manera efectiva a las necesidades de la población, además es fundamental prestar atención y abordar los impactos en la salud mental con el objetivo de garantizar una recuperación integral y sostenible en el período posterior a la pandemia.

Conclusión

En definitiva, esta revisión bibliográfica confirma que el COVID-19 ha representado una amenaza considerable para la salud mental de las personas, debido a que el virus apareció y se propagó rápidamente a causa de su fácil transmisión en un momento que nadie esperaba, lo que llevó a los gobiernos a implementar medidas de aislamiento y distanciamiento social para frenar su propagación, estas medidas alteraron las dinámicas de vida de las personas, llevándolas a adaptarse a nuevas formas de trabajo y relaciones sociales a través de la virtualidad; como consecuencia del aislamiento y las restricciones

impuestas durante la pandemia se presentaron efectos negativos en la salud mental de las personas, el distanciamiento social, la incertidumbre, el miedo y la falta de contacto humano han generado ansiedad, estrés, depresión y otros trastornos emocionales en las personas, sin tener en cuenta que la sobreexposición a noticias e información falsa constantemente agrava estos problemas.

Junto a ello la salud mental se ha convertido en un tema de gran relevancia, tanto a nivel individual como colectivo en todo el mundo, la emergencia sanitaria ha generado una serie de efectos negativos, que hacen necesario prestar atención a las repercusiones de la pandemia en la salud mental de las personas, ya que es importante reconocer que incluso después de superar el virus, las secuelas emocionales y psicológicas pueden persistir, no obstante se han observado trastornos psicológicos que pueden perdurar incluso después de que la amenaza física del virus disminuya.

Como consecuencia de la pandemia la sociedad en general se ha vuelto más vulnerable a los cambios y las costumbres han cambiado significativamente, actualmente muchas personas han adoptado el trabajo desde casa como una nueva forma de vida, lo cual puede generar una mayor exposición a situaciones estresantes y desafiantes, debido a que el pasar más tiempo en casa y la falta de interacción social cara a cara también pueden contribuir a los efectos negativos en la salud mental, junto a ello también a nivel social, la pandemia ha exacerbado la soledad y el aislamiento, durante el período de confinamiento y las medidas de distanciamiento físico, muchas personas experimentaron una disminución significativa en su interacción social habitual y la falta de contacto humano y la limitación de las actividades sociales han tenido un impacto en el bienestar emocional, aumentando los sentimientos de ansiedad, depresión y soledad.

Es importante reconocer la importancia de tratar estos efectos y brindar apoyo adecuado a las personas afectadas, ya que el abordaje de los factores de riesgo psicosocial y el fortalecimiento de los factores protectores son elementos clave para mitigar los efectos negativos en la salud mental durante la pandemia del COVID-19, junto a ello la atención a la salud psicosocial se ha vuelto fundamental para abordar los desafíos planteados y promover el bienestar emocional de las comunidades afectadas, esto implica ofrecer servicios de salud mental accesibles y de calidad, y además se deben seguir implementando las buenas prácticas que se han venido impartiendo, las estrategias de autocuidado, abordamiento de los aspectos emocionales y psicológicos como consecuencia de la pandemia, fortalecimiento de los factores protectores y brindar y recibir el apoyo adecuado; ya que solo así se puede contribuir a mitigar los impactos negativos en la salud mental a causa del COVID-19 para enfrentar los desafíos planteados por esta crisis y promover el bienestar emocional de las comunidades afectadas.

Además, es importante tener en cuenta que, aunque recientemente la Organización Mundial de la Salud (OMS) haya declarado el fin de la emergencia global por el COVID-19, los efectos de la pandemia siguen presentes y los factores asociados a la crisis, como el estrés, la ansiedad, la depresión y demás, aún están presentes en muchas personas y en la sociedad, por lo que es crucial abordar estos efectos y no pasarlos por alto, ya que todavía existen secuelas y consecuencias que deben abordarse, la atención a la salud mental debe considerarse una prioridad en la planificación de políticas de salud pública porque los impactos psicológicos de la pandemia pueden ser duraderos y necesitan de suma atención, es importante tener en cuenta que la transición hacia una nueva normalidad puede llevar tiempo y requerir un proceso de adaptación para muchas personas.

Referencias

- Ahmed, M., Ahmed, O., Aibao, Z., Hanbin, S., Siyu, L., y Ahmad, A. (2020). Epidemia de Covid-19 en China y problemas psicológicos asociados. *Asian journal of psychiatry*, 51, 102092. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.102092>
- Amran, M. (2022). Factores de riesgo psicosocial asociados a la salud mental de los adolescentes en medio del brote pandémico de Covid-19. *Revista Internacional de Psiquiatría Social*, 68(1):6-8. <https://doi.org/10.1177/0020764020971008>
- Banerjee, D, & Mayank, R. (2020). Social isolation in Covid-19: The impact of loneliness. *International journal of social psychiatry*, 66(6), 525-527. <https://doi.org/10.1177/0020764020922269>
- Brooks, S., Webster, R., Smith, L., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N. & Rubin, G. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The lancet*, 395 (10227), 912-920. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30460-8)
- Cacchiarelli San Román, N., Eymann, A., & Ferraris, J. R. (2021). Current impact and future consequences of the pandemic on children's and adolescents' health. Impacto presente y consecuencias futuras de la pandemia en la salud de niños, niñas y adolescentes. *Archivos argentinos de pediatría*, 119(6), e594–e599. <https://doi.org/10.5546/aap.2021.eng.e594>
- Carod-Artal, F. J., & García-Moncó, J. C. (2021). Epidemiology, pathophysiology, and classification of the neurological symptoms of post-COVID-19 syndrome. *Neurology perspectives*, 1, S5–S15. <https://doi.org/10.1016/j.neurop.2021.07.005>
- Chávez Turello, A. L. (2022). Impacto de la pandemia de COVID-19 en cuestiones de género, redes de apoyo social y salud mental: reflexiones y propuestas. *Revista de Investigación Psicológica*, (27), 189-208. <https://doi.org/10.53287/syobj1442ze54k>
- Congreso de la República de Colombia. (2013, 21 de enero). Ley 1616. *Por medio de la cual se expide la ley de Salud Mental y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial 48680. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1685110>
- DiGiovanni, C., Conley, J., Chiu, D. & Zaborski, J. (2004). Factors influencing compliance with quarantine in Toronto during the 2003 SARS outbreak. *Biosecurity and bioterrorism: biodefense strategy, practice, and science*, 2(4), 265-272. <https://doi.org/10.1089/bsp.2004.2.265>

- Holmes, E. A., O'Connor, R. C., Perry, V. H., Tracey, I., Wessely, S., Arseneault, L., *et al.* (2020). Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science. *Lancet Psychiatry*, 7, 547–560. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30168-1](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30168-1)
- Li, Y., Scherer, N., Felix, L., & Kuper, H. (2021). Prevalence of depression, anxiety and post-traumatic stress disorder in health care workers during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *PLoS one*, 16(3), e0246454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246454>
- León, J. (2022). *Salud mental colectiva, la covid y el mundo pos-pandemia*. Repositorio de la Universidad de la Republica de Paraguay. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/34891/1/RF_Uzcategui_2022n18.pdf
- Luo, M., Guo, L., Yu, M., Jiang, W. & Wang, H. (2020). The psychological and mental impact of coronavirus disease 2019 (Covid-19) on medical staff and general public - A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry research*, 291, 113190. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113190>
- Morin, C. M., Bjorvatn, B., Chung, F., Holzinger, B., Partinen, M., Penzel, T., Ivers, H., Wing, Y. K., Chan, N. Y., Merikanto, I., Mota-Rolim, S., Macêdo, T., De Gennaro, L., Léger, D., Dauvilliers, Y., Plazzi, G., Nadorff, M. R., Bolstad, C. J., Sieminski, M., Benedict, C., ... Espie, C. A. (2021). Insomnia, anxiety, and depression during the COVID-19 pandemic: an international collaborative study. *Sleep medicine*, 87, 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.07.035>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022). *Información básica sobre la COVID-19. Organización Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2022). *Salud mental y Covid 19*. <https://www.paho.org/es/salud-mental-covid-19>
- Peng, R., Wang, Y., Huang, Y., Liu, Z., Xu, X., Ma, Y., Wang, L., Zhang, M., Yan, Y., Wang, B., Xiao, S., Zhou, L., Li, L., Zhang, Y., Ma, C., Zhang, T., Yan, J., Ding, H., Yu, Y., Kou, C., ... Li, S. (2022). The association of depressive symptoms with disability among adults in China. *Journal of affective disorders*, 296, 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.09.030>
- Pfefferbaum, B., & North, C. (2020). Mental Health and the Covid-19 Pandemic. *The New England Journal of Medicine*, 383(6), 510-512. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2008017>
- Ramírez-Ortiz, J., Castro-Quintero, D., Lerma-Córdoba, C., Yela-Ceballos, F. & Escobar-Córdoba, F. (2020). Mental health consequences of the COVID-19 pandemic associated with social isolation. *Colombian Journal of Anesthesiology*, 48(4). <https://doi.org/10.5554/22562087.e930>
- Romero-Acosta, K., Fonseca-Beltrán, L., Doria-Dávila, D., Herazo-Chamorro, M. & Pérez-Vásquez, D. (2022). Estado emocional de cuidadores y de niños preescolares: antes y durante la cuarentena por Covid-19. *Duazary*, 19(2): 85 - 94. <https://doi.org/10.21676/2389783X.4687>

*COVID-19 y salud mental:
una revisión bibliográfica de los efectos psicológicos en la era post-COVID*

- Rubin, G. & Wessely, S. (2020). The psychological effects of quarantining a city. *British Medical Journal*, 368. <https://doi.org/10.1136/bmj.m313>
- Saha, K., Torous, J., Caine, E. D., & De Choudhury, M. (2020). Psychosocial Effects of the COVID-19 Pandemic: Large-scale Quasi-Experimental Study on Social Media. *Journal of medical Internet research*, 22(11), e22600. <https://doi.org/10.2196/22600>
- Schmidt, R. A., Genois, R., Jin, J., Vigo, D., Rehm, J., & Rush, B. (2021). The early impact of COVID-19 on the incidence, prevalence, and severity of alcohol use and other drugs: A systematic review. *Drug and alcohol dependence*, 228, 109065. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2021.109065>
- Sepúlveda-Loyola, W., Rodríguez-Sánchez, I., Pérez-Rodríguez, P., Ganz, F., Torralba, R., Oliveira, D. V. & Rodríguez-Mañas, L. (2020). Impact of Social Isolation Due to COVID-19 on Health in Older People: Mental and Physical Effects and Recommendations. *The journal of nutrition, health & aging*, 24(9), 938–947. <https://doi.org/10.1007/s12603-020-1469-2>
- Sideli, L., Lo Coco, G., Bonfanti, R. C., Borsarini, B., Fortunato, L., Sechi, C., & Micali, N. (2021). Effects of COVID-19 lockdown on eating disorders and obesity: A systematic review and meta-analysis. *European eating disorders review : the journal of the Eating Disorders Association*, 29(6), 826–841. <https://doi.org/10.1002/erv.2861>
- Torales, J., O'Higgins, M., Castaldelli-Maia, J. & Ventriglio, A. (2020). The outbreak of Covid-19 coronavirus and its impact on global mental health. *International Journal of Social Psychiatry*, 66(4), 317-320. <https://doi.org/10.1177/0020764020915212>
- UNICEF. (2022). *El impacto del Covid-19 en la salud mental de adolescentes y jóvenes*. United Nations International Children's Emergency Fund. <https://www.unicef.org/lac/el-impacto-del-covid-19-en-la-salud-mental-de-adolescentes-y-j%C3%B3venes#:~:text=UNICEF%202020%20Entre%20las%20y,en%20los%20%C3%BAltimos%20siete%20d%C3%ADas>
- Vindegaard, N. & Benros, M. (2020). Covid-19 pandemic and mental health consequences: Systematic review of the current evidence. *Brain, Behavior, and Immunity*, 89, 531-542. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.05.048>
- Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C., y Ho, R. (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (Covid-19) epidemic among the general population in China. *International journal of environmental research and public health*, 17(5), 1729. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051729>
- Xiang, Y., Yang, Y., Li, W., Zhang, L., Zhang, Q., Cheung, T., Y Ng, C. (2020). *Timely mental health care for the 2019 novel coronavirus outbreak is urgently needed*. *The Lancet Psychiatry*, 7(3), 228-229. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30046-8](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30046-8)
- Zhang, X., Yang, H., Zhang, J., Yan, M., Yuan, N. y Liu, J. (2021). *Prevalence of and risk factors for depressive and anxiety symptoms in a large sample of Chinese adolescents in the post-Covid-19 era*. *Child Adolesc Psychiatry Ment Health* 15, 80. <https://doi.org/10.1186/s13034-021-00429-8>

Estrategias metodológicas promotoras de pensamiento crítico en la educación superior: un estudio de revisión

Methodological Strategies that Promote Critical Thinking in Higher Education: A Review Study

María José Vivero Gamarra¹, Gianni Marcela Bernal Oviedo²,
Marco Tulio Rodríguez Sandoval³

Resumen

El pensamiento crítico es considerado una de las habilidades que debe tener un ciudadano del siglo XXI. Sin embargo, son pocas las investigaciones que se han dedicado a la promoción de este desde las aulas de clases. Este artículo de revisión es el resultado de la búsqueda bibliométrica y el análisis documental de estudios, que se han desarrollado para el fomento de pensamiento crítico en los estudiantes universitarios. Para ello, se escogieron investigaciones que estuvieran relacionadas con las estrategias metodológicas utilizadas en el contexto universitario. Asimismo, se tuvo en cuenta el análisis de la información según la producción por año, por programa académico, las publicaciones en bases de datos especializadas y las estrategias utilizadas, para lograr vislumbrar cuál es su influencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, según las características, ventajas, desventajas y beneficios para el desarrollo del pensamiento crítico en el contexto universitario.

Palabras clave: educación superior, estrategias metodológicas, pensamiento crítico.

1 Licenciada en Lingüística y Literatura. Joven Investigador Sucre 2022. Correo: maria.viverog@cecar.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7383-8731>

2 Magister en Tecnologías Digitales aplicadas a la Educación. Jefe del Departamento de Humanidades. Integrante del Grupo de Investigación REDINA. Correo: giany.bernal@cecar.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9457-6566>

3 Doctor en Humanidades y Artes con mención en Educación. Docente del Dpto. de Humanidades y Educación, Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Integrante del grupo de investigación IDEAD. Correo: marco.rodriguez@cecar.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4692-3102>

Abstract

Critical thinking is considered one of the skills that a 21st century citizen must have. However, there are few investigations that have been dedicated to the promotion of this from the classrooms. This review article is the result of the bibliometric search and documentary analysis of studies, which have been developed to promote critical thinking in university students. For this, research was chosen that was related to the methodological strategies used in the university context. Likewise, the analysis of the information was considered according to the production per year, per academic program, the publications in specialized databases and the strategies used, to glimpse what their influence is on the teaching and learning process, according to the characteristics, advantages, disadvantages and benefits for the development of critical thinking in the university context.

Keywords: higher education, methodological strategies, critical thinking.

Introducción

En la tercera década del siglo XXI, la sociedad se ha visto impactada por una avalancha de información que proviene de diferentes medios, alterando positiva o negativamente la administración de los estados, la economía, el comportamiento social y la dinámica escolar. Mucha esta de esta información es falsa y tiene una intencionalidad bien marcada por quien la produce y difunde, sin que exista una reacción por parte de la audiencia que ponga en evidencia su falsedad, cumpliendo con su propósito inicial. Esta es una de las tantas observaciones que hacen organismos internacionales como la OCDE (2016) que sustentan la necesidad de promover el desarrollo del pensamiento crítico en todos los niveles de escolaridad y especialmente en la universidad, buscando escenario para el desarrollo de habilidades que permitan cuestionar, indagar, analizar, sintetizar, valorar, reflexionar, argumentar y juzgar sobre la veracidad de una información o situación que se presente. En este sentido, le corresponde a la universidad articular de manera transversal esta competencia en los cursos de todos los programas académico, para que el perfil de sus egresados tenga un buen nivel de pensamiento crítico. Para avanzar en esta iniciativa, se hizo una revisión de literatura en bases de datos de alto impacto sobre las estrategias metodológicas que se utilizaban con más frecuencia para el desarrollo del pensamiento crítico en los programas académicos, considerando que, por su carácter transversal, no debe encontrarse en un curso en particular, sino que perfila una forma de razonamiento que hace sinergia con las didácticas específicas de los cursos de los programas.

Por lo anterior, un proceso de intervención curricular exige el acompañamiento del componente investigativo para diagnosticar el nivel de pensamiento crítico que

tienen los estudiantes, identificar las estrategias metodológicas que se están utilizando con más frecuencia en los diferentes programas académicos, hacer las capacitaciones correspondientes a los docentes de los cursos y programas seleccionados, aplicar la estrategia y evaluar la efectividad de esta.

Hablar de pensamiento crítico no es una novedad, sin embargo, es una necesidad que surgió en un tiempo de crisis y que, hoy día, ha tomado muchas conceptualizaciones. Por lo que se refiere a (Sternberg, 1986) definió el pensamiento crítico como un conjunto de procesos, estrategias y presentaciones que utilizan las personas para resolver sus problemas, tomar decisiones y aprender conceptos nuevos (p. 3).

Por otra parte, (Facione, 2007) lo define como “el juicio auto regulado y con propósito que da como resultado interpretación, análisis, evaluación e inferencia, como también la explicación de las consideraciones de evidencia, conceptuales, metodológicas, criteriológicas o contextuales en las cuales se basa ese juicio” (p. 21). Mientras tanto, (Ennis, 1991) lo concibe como un proceso cognitivo y complejo que implica disposiciones y capacidades con tres dimensiones básicas: la lógica (juzgar, relacionar palabras con enunciados), la criterial (utilización de opiniones para juzgar enunciados) y la pragmática (comprensión del juicio y la decisión para construir y transformar el entorno). De igual forma, el autor considera que el pensamiento crítico, implica analizar y buscar la verdad a través de criterios y evidencias para poder llegar a un juicio de valores. Este proceso se evidencia cuando ocurren situaciones problemáticas en las que hay que se necesita adoptar una posición y llevar a cabo una actuación.

Según la declaración de consenso de los expertos en relación con el pensamiento crítico y el pensador crítico ideal enumeran las habilidades que debe poseer todo pensador crítico y las subhabilidades de cada dentro de cada una de estas. Las habilidades de un pensador crítico ideal son: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación, autorregulación.

Incentivar el pensamiento crítico puede resultar en la formación de profesionales integrales con capacidad de ser reflexivos, analíticos y críticos ante las situaciones que se le presentan, competentes en la resolución de problemas, puesto que las habilidades que requiere el pensamiento crítico: interpretar, analizar, inferir, explicar, evaluar y la autorregulación (Facione, 2007), las cuales se han vuelto indispensables para la competitividad laboral. En ese sentido presentar situaciones problemáticas contextualizadas a los estudiantes representa observar fuera del aula de clases desde diferentes perspectivas y que lleguen a la resolución de problemas.

Sin embargo, autores como (Madrid, 2020) exponen que, sin importar la cantidad de producción académica con respecto al tema, los puntajes obtenidos en pruebas demuestran lo contrario. Así se puede observar en el informe del ICFES 2016-2021,

donde se evidencia que la mayoría de los nuevos profesionales se encuentra en el nivel 2 de las escalas de desempeño, lo cual implica que no son capaces de responder preguntas de mayor complejidad. Así como en pruebas de tipo internacional. Resulta claro, que la formación en pensamiento crítico está teniendo una falla desde la perspectiva pedagógica.

Por otra parte, los estudios acerca de los niveles de pensamiento crítico han demostrado que hay falencias en los niveles de pensamiento en los estudiantes de educación superior (Steffens *et al.*, 2018). De forma similar, García *et al.* (2020) identifican factores que influyen el desarrollo del pensamiento crítico como estudiar en escuelas públicas de difícil acceso o en condiciones poco favorables y encontraron que la población obtuvo mejores puntuaciones en las preguntas relacionadas con sentido lógico, la mayoría no lograron el nivel argumentativo, evalúan medianamente las relaciones entre argumentos, no logran hacer inferencias y carecen de razonamiento deductivo (pp. 144-146). Lo anterior, es evidente en los resultados de las pruebas Saber Pro, en la que la mayoría de los estudiantes del país se encuentran en el nivel II. Es decir, que se encuentran en un nivel básico en el que logran identificar la información explícita.

Las estrategias metodológicas son las que permiten identificar principios y criterios, a través de métodos, técnicas y procedimientos que constituyen una secuencia ordenada y planificada permitiendo la construcción de conocimientos durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje. (Quintero, 2011, p. 19). En este sentido, las estrategias metodológicas son una secuencia ordenada de técnicas, procedimientos de enseñanza y actividades que utilizan los profesores en su práctica educativa con el claro objetivo de que los estudiantes puedan aprender.

Los métodos son formas de organizar las ideas pedagógicas con el propósito de conseguir que los estudiantes puedan asimilar nuevos conocimientos y desarrollen capacidades o habilidades cognitivas. (Comes & Quinquer, 2004, p. 99).

Los docentes, a través de estos métodos y técnicas, hacen que los estudiantes sean partícipes y protagonistas de su propio aprendizaje; que vivan lo que están haciendo (Torres & Girón, 2009, pp. 50-51, 57).

A juicio de Alcaraz y otros. Los procedimientos son el conjunto de acciones ordenadas y orientadas para el desarrollo de una capacidad. “Tanto los métodos como las técnicas son fundamentales en la enseñanza y deben de estar, lo más próximo que sea posible a la manera de aprender de los estudiantes.” (Comes & Quinquer, 2004, p. 99)..

Los métodos, las técnicas y los procedimientos son el ser de las estrategias metodológicas, ya que las acciones educativas se llevan a cabo gracias a la implementación coherente y secuencial de estas y así lograr la enseñanza – aprendizaje. (Castelló *et al.*; 2006).

Como lo afirmó Tenelanda & García (2019) “las estrategias metodológicas tienen mucho que ver con el concepto de aprender a aprender. Para su correcta aplicación requieren que el docente asimile la composición mental de sus alumnos” (p. 135)

La presente investigación tiene como propósito analizar las estrategias metodológicas utilizadas en la educación superior que promueven el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes. Asimismo, se pretende dar respuesta a las preguntas: ¿Qué tan abundante es la producción por años? ¿Hubo factores que influyeron? ¿Dónde se encuentra la mayor información según las bases de datos? ¿Cuáles son las estrategias más utilizadas? ¿Cuáles son las estrategias más utilizadas por programa? ¿Cómo son las estrategias metodológicas utilizadas en la educación superior en función del desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes?

Métodos y materiales

Este estudio de revisión tiene un enfoque cualitativo, de alcance descriptivo, con diseño no experimental, enmarcado dentro del análisis documental, que consistió en buscar, seleccionar, organizar y analizar la información de las publicaciones que se han realizado en los últimos diez años sobre las estrategias metodológicas más utilizadas en el fomento del pensamiento crítico en la educación superior. Para lo anterior, se establece una estrategia de búsqueda, donde se incluyen artículos que tienen en el título o resumen las palabras: pensamiento crítico, estrategias de enseñanza, estrategias de aprendizaje, desarrollo de habilidades, educación superior; en inglés: *critical thinking, teaching strategies, learning strategies, soft skills development, higher education*, o que mencionaran la relación entre la promoción del pensamiento crítico y tecnologías emergentes, herramientas de la web 2.0 y metodologías activas.

Se realiza la investigación en bases de datos especializados como Scopus, ProQuest, Gale y Psycodoc, con el uso de operadores booleanos como “AND” y “OR” haciendo diferentes combinaciones y fuentes de acceso abierto como Dialnet y SciELO en las que se aplican filtros por tipo de documento, tipo de fuente, año de publicación, textos completos y de acceso abierto, excluyendo aquellos que no hicieran referencia al nivel académico requerido. Se determina el periodo de búsqueda a los últimos cinco años, sin embargo, resultó necesario ampliarla a los últimos diez años teniendo en cuenta la importancia de hacer un estudio de producción y publicaciones de la temática. Luego, se seleccionaron los documentos pertinentes que abordaran dentro de sus estudios un enfoque centrado en los procesos de enseñanza y aprendizaje, la aplicación de metodologías activas y estrategias promotoras de pensamiento crítico para sistematizar la información, que fue condensada y filtrada mediante una matriz, en la que se tuvo en cuenta el título, autores, resumen, la estrategia de enseñanza – aprendizaje, el área académica y la base de datos

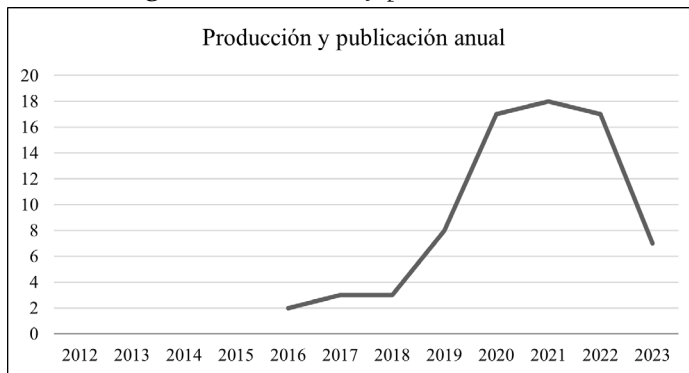
en la que fue encontrado para, por último, analizar y contrastar la información en tablas de frecuencia.

Resultados y Análisis

La búsqueda inicial, en bases de datos y acceso abierto, con las palabras clave y los filtros mencionados arrojó un total de 2.449, de los cuales se seleccionaron 300 después de la lectura del título y resumen. A partir de la lectura de estos, se excluyeron aquellos artículos que, aunque lo mencionaban en el título y resumen, no se focalizaban en las categorías de estudio. En consecuencia, se utiliza información de sesenta (60) artículos publicados en las bases de datos mencionadas y dieciocho (18), en fuentes de acceso abierto, para un total de setenta y ocho (78) artículos, de los cuales se presentan los resultados a continuación:

La producción y publicación anual de artículos científicos sobre las estrategias promotoras de pensamiento crítico en la universidad se muestra en la Figura 1.

Figura 1. *Producción y publicación anual.*



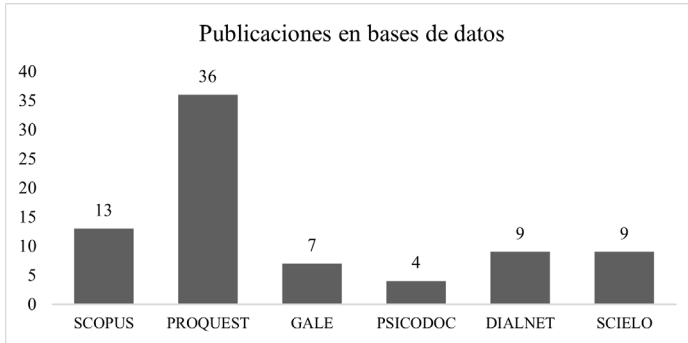
Fuente: elaboración de los autores.

Se observa que la máxima producción y publicación se dio en el año 2021, en plena pandemia del Covid-19. En esta etapa, la población mundial estuvo confinada en sus casas y la educación se vio en la necesidad de utilizar todo el equipamiento tecnológico para que el modelo escolar no desapareciera. En este momento, el rol del docente, del estudiante, del padre de familia o tutor, junto con el de las mediaciones pedagógicas y didácticas tuvieron que transformarse para que pudiera funcionar la nueva realidad social. Aunque se implantó la educación desde la casa, con toda una fundamentación desde la sociología, psicología, antropología, neuroeducación, etc., existió una preocupación por

parte de los académicos acerca de la calidad de la educación en función de la formación de un ser humano crítico, creativo y autorregulado.

La distribución de las publicaciones en las bases de datos tanto de acceso abierto como de acceso cerrado aparece en la siguiente gráfica:

Figura 2. *Publicaciones en Bases de Datos.*

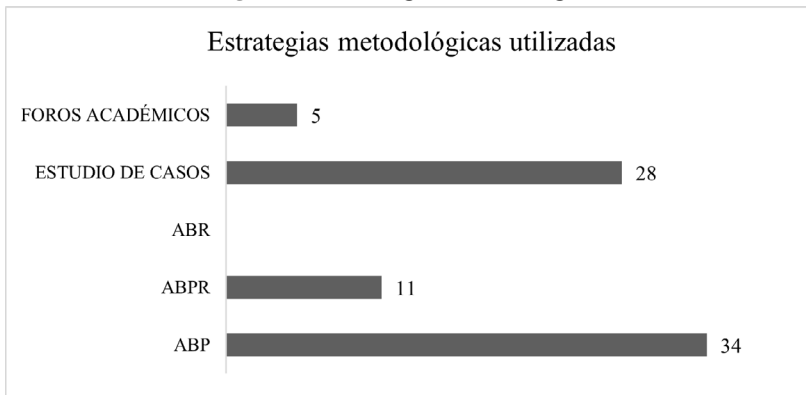


Fuente: elaboración de los autores.

El 76,92 % de las publicaciones se hicieron en bases de datos de acceso cerrado y el resto en Dialnet y Scielo que son de acceso abierto.

En cuanto a las estrategias metodológicas utilizadas, se encontró que las más utilizadas en los diferentes programas académicos para la promoción del pensamiento crítico son:

Figura 3. *Estrategias Metodológicas.*



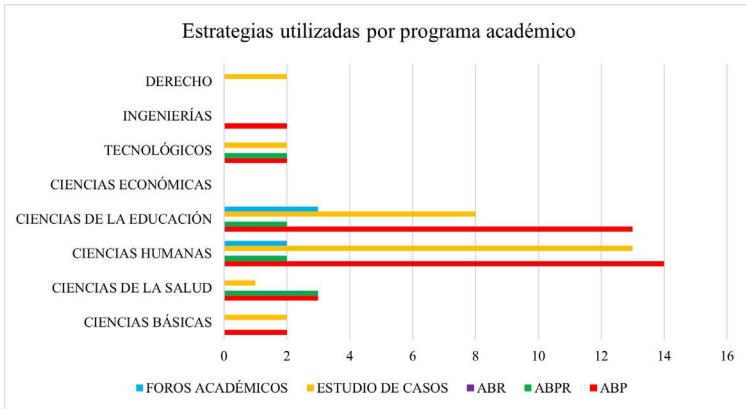
Nota. ABR: aprendizaje basado en retos; ABPR: aprendizaje basado en proyectos; ABP: aprendizaje basado en problemas.

Fuente: elaboración de los autores.

El 43,59 % corresponde a la estrategia metodológica Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), EL 35,90% el estudio de casos, 14,10% el aprendizaje por proyectos y 6,41% se promueve en foros académicos.

Otro hallazgo interesante es el relacionado con la utilización de la estrategia metodológica por programa académico. El resultado de este ejercicio aparece en la siguiente gráfica:

Figura 4. Estrategias metodológicas por programa académico.



Nota. ABR: aprendizaje basado en retos; ABPR: aprendizaje basado en proyectos; ABP: aprendizaje basado en problemas.

Fuente: elaboración de los autores.

De acuerdo con lo observado, el programa de derecho privilegia la utilización de estudio de casos; las ingenierías, el aprendizaje basado en problemas (ABP); en los programas de tecnologías, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos (ABPR) y el estudio de casos por igual; en ciencias de la educación se utilizan las cuatro estrategias, predominando el ABP, seguido por el estudio de casos, los foros académicos y el ABPR. Por otro lado, en los programas pertenecientes a la facultad de ciencias humanas prima el ABP y el estudio de casos sobre el aprendizaje basado en proyectos y los foros académicos. Mientras tanto, en los programas de ciencias de la salud, el ABP y el aprendizaje basado en proyectos se utilizan con más frecuencia que el estudio de casos. Y en los programas de ciencias básica, se encontraron experiencias donde se usaron el ABP y el estudio de casos para la promoción del desarrollo del pensamiento crítico como valor agregado al desarrollo de las competencias del programa.

Para el caso de las ciencias administrativas, económicas y contables, no se encontró en las bases de datos consultadas, experiencias docentes e investigativas con estrategias que promuevan el pensamiento crítico. Al respecto Pinilla & Oviedo (2022, en su

estudio: “Metodologías activas para enseñanza del presupuesto público en los programas de Contaduría Pública en Colombia”, afirma que se continúan utilizando los métodos tradicionales como las clases magistrales, lo que deriva en estudiantes desmotivados, además agrega que: “quienes deciden usar estas metodologías, las incorporan como complementos o simplemente como un recurso más, conservando el tablero o pizarra como recurso principal” (p. 98). La autora centró la investigación documental en los métodos de estudio de casos, ABP y gamificación para discernir la importancia y los efectos de su uso en la instrucción de presupuesto público en Colombia. (p. 106)

Otras estrategias metodológicas utilizadas por los investigadores que contribuyeron a potenciar el pensamiento crítico y, por ende, sus cualidades psicométricas, aparecen complementando algunos trabajos citados anteriormente, sea como propuesta de implementación de la estrategia para la enseñanza de un módulo dentro del programa académico o como estrategia en el contexto de las universidades. Entre estas se hallan:

La gamificación es “recurrir al uso de elementos que forman parte de la estructura del juego, para lo cual aplican técnicas de juegos en contextos educativos” (Staicu citado en Oliva, 2017). Asimismo, este autor expone que esta metodología es un mecanismo que beneficia que se facilite el aprendizaje y la comprensión de los contenidos académicos que abordan desde las aulas de clases. Por otra parte, se afirma que “es la aplicación de principios y elementos propios del juego en un ambiente de aprendizaje con el propósito de influir en el comportamiento, incrementar la motivación y favorecer la participación de los estudiantes” (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2016). Sin embargo, cabe señalar, lo fundamental de conocer la teoría de esta metodología para establecer las bases de la estrategia. De esta forma, no se confundiría con los juegos serios y el aprendizaje basado en juegos, que pueden llegar a parecerse, pero los elementos que se utilizan en el proceso de enseñanza y aprendizaje son diferentes.

Aprendizaje colaborativo

En cuanto al aprendizaje basado en retos, se trata de un enfoque pedagógico que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con el entorno, en la cual, dicha situación, implica la definición de un reto y la implementación de una solución (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2015, p. 5). Por otro lado, (Apple, 2011) lo define como un aprendizaje colaborativo en el que los profesores y los alumnos trabajan juntos para aprender acerca de temas atractivos, proponer soluciones a problemas reales y pasar a la acción. El método requiere que los estudiantes reflexionen sobre su aprendizaje y el impacto de sus acciones, y publicar sus soluciones a un público mundial. (pág. 3)

Discusión

La utilización de estrategias metodológicas que promueven el desarrollo del pensamiento crítico debe contener una secuencia de actividades que le permitan al estudiante de incentivar sus habilidades cognitivas y metacognitivas, junto con las disposiciones o actitudes necesarias para el desarrollo pleno de las mismas y su aplicación de manera regulada. En este sentido, , Facione (2007), Scriven y Paul (2003) exponen que el pensamiento crítico involucra el fomento de habilidades cognitivas, entre las que se encuentra la interpretación, el análisis, la inferencia, la evaluación, la explicación; y de habilidades metacognitivas como la autorregulación, que está en a función de la mejora continua, considerando que se el estudiante estará en capacidad de monitorear de forma autoconsciente las actividades cognitivas propias. Desde esta perspectiva, el pensador crítico debe poseer actitudes o disposiciones que le permitan, entre otras cosas, juzgar bien, definir la credibilidad de la fuente, estar bien informado, poseer una mente abierta (Ennis, 1991; Scriven & Paul, 2003).

Estos escenarios hacen parte de la secuencia didáctica de estrategias como el ABP, el aprendizaje basado en proyectos y el estudio de casos, que predominaron en los programas académicos de ciencias humanas, educación salud, ingenierías, tecnologías y en ciencias económicas y contables. Considerando la frecuencia de los hallazgos para profundizar más en sus características y en la didáctica de programas donde predominan los enfoques multidisciplinares y holísticos, es notoria la coherencia entre las estrategias metodológicas identificadas y la promoción del desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes en el contexto universitario. De esta manera, la enseñanza y el aprendizaje situado están en correspondencia, como decía Villarini (2003), con el desarrollo de las dimensiones del pensador crítico: 1) dimensión lógica: examina forma y estructura del pensamiento y coherencia del mismo; 2) dimensión dialógica: examina puntos de vista de otros, las características de sus argumentos y a quien están dirigidos; 3) dimensión sustantiva: examina contenidos, información, métodos que sustentan el pensamiento; 4) dimensión pragmática: examina el pensamiento en relación a los fines e intenciones que se propone; y 5) la intención contextual: examina el contexto sociohistórico en el que se produce el pensamiento.

Conclusión

Comprender a profundidad la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP), puesto que esta se puede confundir con el aprendizaje basado en retos (ABR) y el aprendizaje basado en proyectos (ABPR). Si bien son métodos parecidos tienen características que los diferencian notablemente como por ejemplo la adquisición del conocimiento, la forma como se dirige el proceso de aprendizaje, el enfoque frente a las situaciones problemáticas, el producto final pedido, el rol del docente ante cada técnica, entre otras. También, se debe mencionar que se debe conocer los elementos constitutivos del ABP y la estructura con la que se desarrolla.

Cabe destacar, que la producción en Colombia es alta en comparación con países como Chile, Argentina y México. Sin embargo, esta no trata de las estrategias metodológicas para el fomento del pensamiento crítico. También, se resaltan limitaciones de esta investigación como la barrera del idioma, en cuanto a la comprensión de algunos artículos publicados en inglés y el lenguaje técnico específico de algunas profesiones que no son afines a la pedagogía.

Referencias

- Apple. (2011). Challenge based learning: a classroom guide. https://www.apple.com/br/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf
- Comes, P. & Quinquer, D. (2004). Enseñar y Aprender Ciencias Sociales, Geografía e Historia en la Educación Secundaria (4ª ed.). Horson.
- Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. & Perez, M. (2006). Estrategias de enseñanza y aprendizaje: Formación del profesorado y aplicación en la escuela.(6ª ed.). Grao,de IRLF, S.L.
- Ennis, R. (1991). Critical thinking: a streamlined conception. *Teaching philosophy*, 14(1), 5-24. https://education.illinois.edu/docs/default-source/faculty-documents/robert-ennis/ennis-streamlinedconception_002.pdf?sfvrsn=91b61288_2
- Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante? . I. Assessment. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>
- García , M. A., Acosta , D., Atencia , A. & Rodríguez , M. (2020). Identificación del pensamiento crítico en estudiantes universitarios de segundo semestre de la Corporación Universitaria del Caribe (CECAR). *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(9), 133-147. <https://doi.org/10.6018/reifop.435831>
- Madrid, J. (2020). ¿Pensamiento crítico? Ni lo uno ni lo otro. *Ciencias Sociales Y Educación*, 9(18), 159-174. <https://doi.org/10.22395/csye.v9n18a7>
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2015). Aprendizaje basado en retos. *EduTrends*. <https://observatorio.tec.mx/edu-reads/aprendizaje-basado-en-retos/>

- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2016). Gamificación. EduTrends. <https://observatorio.tec.mx/edu-reads/gamificacion/>
- Oliva, H. (2017). La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. *Realidad y Reflexión*, 16(44), 29-47. <https://doi.org/10.5377/ryr.v44i0.3563>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2016). Revisión de políticas nacionales de educación La educación en Colombia. OCDE. https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf
- Pinilla , M., & Oviedo , E. (2022). Metodologías activas para la enseñanza del presupuesto público en los programas de Contaduría Pública en Colombia. *Revista Visión Contable* (26), 96-126. <https://doi.org/10.24142/rvc.n26a6>
- Quintero, Y. (2011). LA IMPORTANCIA DE LAS ESTRATEGIAS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 3(27). <https://www.eumed.net/rev/ced/27/yjqc.htm>
- Scriven , M. & Paul, R. (2003). Defining Critical Thinking. The Foundation for Critical Thinking. <http://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766>
- Steffens, E., Ojeda , D., Martínez , J., Hernández , H. & Moronta, Y. (2018). Presencia del pensamiento crítico en estudiantes de educación superior de la Costa Caribe Colombiana. *Revista Espacios* , 39(30). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n30/a18v39n30p01.pdf>
- Sternberg, R. J. (1986). Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement. Eric. <https://eric.ed.gov/?id=ED272882>
- Tenelanda, J. & García, G. (2019). El uso de estrategias didácticas y su incidencia en la calidad de la educación en la Unidad Educativa Paulo Emilio Macías Sabando de la ciudad de Portoviejo. *Revista de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación Cognosis*, 4(1), 133 - 150. <https://doi.org/10.33936/cognosis.v4i1.1824>
- Torres, M. & Giron, D. (2009). Didáctica General : Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centro americanos de Educación Básica. (vol.9.). Editoram,S.A
- Villarini, Á. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. *Perspectivas Psicológicas*, 3-4, 35-42. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/pp/v3-4/v3-4a04>

Implementación de estrategias etnomatemáticas en la educación para primaria y secundaria: análisis bibliométrico

Implementation of ethnomathematical Strategies in Education for Primary and Secondary: Bibliometric Analysis

Danileth Almanza González¹, Melba Liliana Vertel Morinson²

Resumen

La etnomatemática es conocida como un conjunto de técnicas para comprender las matemáticas a través de diferentes situaciones socioculturales, con el propósito de mejorar los conocimientos en todos los niveles educativos. Además, es un componente que necesita de varias partes para su aplicación. En el mundo moderno nace la necesidad de generar innovación. Por esta razón se ha transformado en uno de los focos de mayor atención, dado que ha surgido una variedad de problemáticas en la educación. El presente estudio tiene como objetivo analizar la producción científica sobre la implementación de estrategias etnomatemáticas en la educación primaria y secundaria. En vista de ello, se realizó un análisis bibliométrico, facilitando destacar los artículos relacionados con los descriptores de objeto de estudio en los últimos 5 años, haciendo uso de la reconocida base de datos *Scopus* y utilizando el software libre R, con la aplicación de *Biblioshiny*. En efecto está vinculada en la librería *Bibliometrix*. Concluyendo, aunque existen esfuerzos por aumentar la producción científica sobre implementación de estrategias etnomatemáticas dentro de la educación, se debe seguir trabajando para incrementar la incorporación de estos conceptos en la sociedad, donde actualmente contribuye en el desarrollo integral en la educación primaria y secundaria.

1 Licenciada en Matemáticas (UNISUCRE). Integrante del Grupo de Investigación Estadística y Modelamiento Matemático (GEMMA). Correo: danileth1198@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1664-0008>

2 Magíster en Ciencias Estadística (UNAL), Especialista en Biometría (UNISUCRE), Especialista en Estadística (UNAL), Licenciada en Matemáticas y Física (UNICORDOBA). Docente Titular Área Estadística, UNISUCRE; Investigadora Asociada, Minciencias, líder del grupo de investigación Estadística y Modelamiento Matemático (GEMMA). Correo: melba.vertel@unisucere.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3204-5145>

Palabras clave: etnomatemática, educación, enseñanza, aprendizaje, cultura, turismo, primaria, secundaria.

Abstract

Ethnomathematics is known as a set of techniques to understand mathematics through different sociocultural situations, with the purpose of improving knowledge at all educational levels. In addition, it is a component that requires several parts for its application. In the modern world, the need to generate innovation is born. For this reason, it has become one of the focuses of greatest attention, since a variety of problems in education have arisen. The present study aims to analyze the scientific production on the implementation of ethnomathematical strategies in primary and secondary education. In view of this, a bibliometric analysis was carried out, making it easier to highlight the articles related to the descriptors of the object of study in the last 5 years, making use of the recognized Scopus database and using the free software R, with the Biblioshiny application. Indeed, it is linked in the Bibliometrix bookstore. In conclusion, although there are efforts to increase the scientific production on the implementation of ethnomathematical strategies within education, work must continue to increase the incorporation of these concepts in society, where it currently contributes to the integral development in primary and secondary education.

Keywords: Ethnomathematics, Education, Teaching, Learning, Culture, Tourism, Primary, Secondary.

Introducción

La etnomatemática es comprendida como una técnica para entender y reconocer las matemáticas en una variedad de situaciones socioculturales, así que no solo es el estudio matemático en diferentes etnias, también busca obtener nuevos conocimientos que están dentro de nuestro diario vivir y entorno, esto no es una nueva disciplina, sin embargo, existen escasas investigaciones en este campo, generar nuevos estudios posibilita una mayor capacidad de afrontamiento frente a problemas de nuestro entorno que incluye el panorama de la etnomatemática (Oliveira de Paiva *et al.*, 2021; De Matos Gondim, 2020).

En la actualidad las investigaciones en el marco de la etnomatemática han tenido grandes impactos en el sector educativo uno de ellos es el problema actual en referencia a la educación matemática en especial en los primeros niveles de formación, siendo esta como propósito acercar las matemáticas con las personas, de ahí las escuelas vayan comenzando a enlazar las matemáticas con experiencias del entorno y se pueden utilizar como un generador de atracción en el aprendizaje, al involucrar a los estudiantes en este

campo se promueve matemáticas inclusivas y podemos apreciar como son adaptadas culturalmente en todo el mundo a través del tiempo. (Purniati *et al.*, 2022; Mumpuni y Marsigit, 2022).

Existe una diversidad de enfoques para promover la etnomatemática una de ella es la educación STEM, el cual proyecta y determina vínculos entre varias disciplinas generando una perspectiva globalizante, en otras palabras en base a esto se requiere promover la implementación de las STEM en investigaciones encaminados hacia el campo de la etnomatemática para fortalecer tanto el pensamiento creativo como competencias y capacidades matemáticas (Suherman *et al.*,2021; Widada *et al.*,2020; Albanese y Perales, 2020; Owens, 2020).

La matemática es un componente obligatorio en todos los niveles escolares, además contiene una serie de representaciones, percepciones y lenguajes exclusivos para entender situaciones de la sociedad, del mismo modo ocurre con la cultura. Investigaciones ponen en evidencia que los estudiantes tienen dificultades en comprender esta asignatura, por tal motivo es necesario usar estrategias etnomatemáticas en la educación especialmente en los niveles de primaria y secundaria para el mejoramiento en la comprensión en esta área del conocimiento (Sunzuma y Maharaj 2022; Chahine, 2020; Ergene *et al.*,2020; Dana *et al.*,2020).

En este sentido, estudios han demostrado que el rendimiento académico ha bajado en los niveles de primaria y secundaria, subiendo la ansiedad matemática, esencialmente en los países desarrollados. La mayoría de los estudiantes ven las matemáticas difíciles de aprender e innecesarias para sus vidas, por esta razón el objetivo de las investigaciones en el campo etnomatemática dentro del sector educativo son un puente para permitir que la comunidad educativa establezca prácticas culturales y matemáticas con la sociedad. Este es un enfoque que se vuelve una voz para la reforma y el cambio, por tanto, se requiere no limitar a las futuras investigaciones que puedan explorar y profundizar la etnomatemática dentro de la educación (Mania & Alam, 2021; Utami, 2019; Mauluah & Marsigit, 2019; Supriadi *et al.*, 2019).

Por otro lado, dichos estudios e investigaciones han venido marcando la idea de estudiar las problemáticas en el área de la etnomatemática como una estrategia de aprendizaje interdisciplinaria contribuyendo al fortalecimiento de una calidad educativa. En la actualidad muchos autores han empezado a usar alternativas innovadoras relacionada a la etnomatemática en sus investigaciones, dado que es un campo que se encuentra en proceso de exploración (Skovsmose, 2022; Supriadi, 2019; Meneghetti & Gargarella, 2019).

De lo anterior, el presente estudio pretende articular la etnomatemática y la educación por medio de un análisis bibliométrico, con el propósito de dar respuesta a

la pregunta problema: ¿Cómo es la implementación de estrategias etnomatemáticas en la educación en primaria y secundaria? esta iniciativa se debe a que se considera que la aplicación de la etnomatemática en investigaciones encaminadas a la educación aún se encuentra en una etapa inicial en comparación a otros campos, a pensar de que existe problemas en el sector educativo causados por diferentes factores y la complejidad de usar nuevas estrategias se hace necesario la implementación de enfoques etnomatemáticos adecuados en la educación (Rudyanto *et al.*, 2018; Graziano, 2018; Nutti, 2018; Parra & Trinick, 2018).

Por tanto, se incorpora un análisis bibliométrico, por su potencial en la adaptabilidad y aplicabilidad en una variedad de campos investigativos y su fundamentación para el reconocimiento en la extensión científica. La relación de diferentes disciplinas en especial la etnomatemática requiere de diferentes áreas del conocimiento con conceptos, teorías, procesos, modelos, herramientas, tecnología, entre otros, para promover una educación integral (Costi & Giongo, 2018; Fernández, 2019; Sunzuma & Maharaj, 2019).

A continuación, se procede a conocer los artículos encaminados al uso de estrategias etnomatemáticas en la educación en los niveles de primaria y secundaria en los años 2018-2023, utilizado una destacada base datos *Scopus*, pues brinda un apoyo en la investigación, es una base de datos que ofrece desde resúmenes y citas literarias que hacen parte de revistas científicas, libros, actas y además, contiene una gran cantidad de producciones en investigación en diferentes campos de la ciencia, por ende se derivan los resultados tales como los artículos más resaltados en la base de datos, journals, autores más activos y productivos, instituciones y organizaciones más productivas, estructura conceptual (Keywords) y demás.

Metodología

La presente investigación es de enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo correlacional y con una muestra no probabilística, debido que este estudio aplica un análisis bibliométrico. Analizar literatura académica desde las bibliografías contribuye a una descripción de apreciación y búsqueda de las investigaciones publicadas, siendo una herramienta útil en compilación de información, por consiguiente se seleccionaron artículos basados en el objeto de estudio, en este caso, enlazados a la etnomatemática y educación, de tal forma que se utiliza un diseño observacional, el cual se revisó sistemáticamente los artículos más relevantes y relacionadas a las dos líneas temáticas con una extensión de observación de 5 años en una base de datos enfocada en diferentes áreas de la ciencia.

En este estudio se llevó a cabo con la ayuda de una herramienta en tendencia, es decir con la base de datos especializada *Scopus* (<http://www.scopus.com>), proporciona producciones de investigación en el área de la ciencia, tecnología, medicina, ciencias sociales, artes y humanidades, también ofrece una extensa información para profesores, organizaciones, instituciones, entre otros, es utilizado por más de 3000 instituciones académicas generando un panorama favorecedor para los investigadores.

De lo anterior, usando el potencial y adaptabilidad de la base de datos *Scopus* atribuye la oportunidad de establecer límites o excluir, ya sea por acceso al documento, año, por autores, área temática, tipo de documento, etapa de publicación y otros parámetros. Los documentos considerados fueron de modalidad “Open Access” con un criterio de producción en los últimos 5 años, es decir de 2018 a 2023, con el objetivo metodológico de analizar las publicaciones, citas y fuentes de información en relación con el área de la etnomatemática en la educación aplicada para primaria y secundaria.

Estrategias de búsqueda y selección de artículos

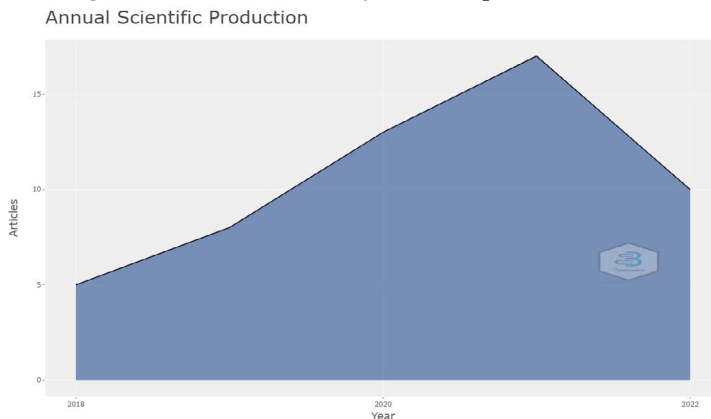
En primer lugar, se identificó los registros en *Scopus*, donde se implementó incorporando términos específicos y operadores booleanos. Para ello, se constituye una nueva base de datos de acuerdo a las búsquedas bibliográficas, se estipularon palabras claves “Etnomatemática” y “Educación”; a la hora de generar la ecuación de búsqueda, se establecieron conectores booleanos como “and” y “or” (“y” e “o”), proporcionando una búsqueda específica y precisa a partir de la base de datos, también promueve y garantiza validez y seguridad en la búsqueda.

Durante el proceso metodológico se implementó una búsqueda detallada teniendo en cuenta descriptores de interés, establecidos con la función (“Ethomathematics” AND “Education” OR “Teaching” OR “Learning” OR “Tourism” OR “Culture” OR “Primary” OR “Secondary”), en base a los resultados obtenidos se escogieron las publicaciones más relevantes, revistas científicas más impactantes, publicaciones por países, publicaciones por organizaciones e instituciones y autores más destacados (N=53). En el proceso de búsqueda a pesar de que no se utilizó el idioma como filtro y otros criterios, es necesario destacar que en la búsqueda se realizó usando el inglés, no obstante, se cuenta con el título, el resumen y palabras claves de los documentos son aspectos básicos para realizar la investigación, por tal razón el idioma como otros factores no se consideran una limitación.

Desde el 2018 hasta el 2023, la producción científica en el área de la etnomatemática dentro de la educación se evidencia destacadas fluctuaciones en el marco de las producciones científicas como se observa en la Figura 1, en cuanto a la producción por años se dividió en cuatro periodos generando como resultado una producción máxima y

mínima por año. En el periodo 1 fue de 2018-2019, periodo 2 de 2020-2021, muestra un incremento positivo a nivel de producción, mientras que el último periodo hasta el 2022 bajó notablemente la productividad de estudios, esto se presenta debido a que es uno de los indicios de las consecuencias y secuelas que ha generado el Covid-19, ya que por motivos de la pandemia organizaciones, instituciones, establecimientos, investigadores, formadores, entre otros, se encuentran limitados en generar investigaciones.

Figura 1. *Producción científica anual para el estudio.*



Nota. En la Figura se evidencia en resumen el nivel de producción desde el año 2018 hasta 2022 de acuerdo con la base de datos objeto de estudio.

Entre los 53 artículos se realizó una revisión sistemática basados en la lectura de cada artículo, para la formación de resultados de acuerdo con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión abordados para la revisión se basan en:

- Artículos en lo que se evidencie la aplicación de estrategia etnomatemáticas en diversos enfoques y contextos dentro de la educación para el caso de la formación en primaria y secundaria.
- Artículos de mayor inclinación y efecto científico.
- Artículos con relación con otros y autores destacados.

Criterios de exclusión

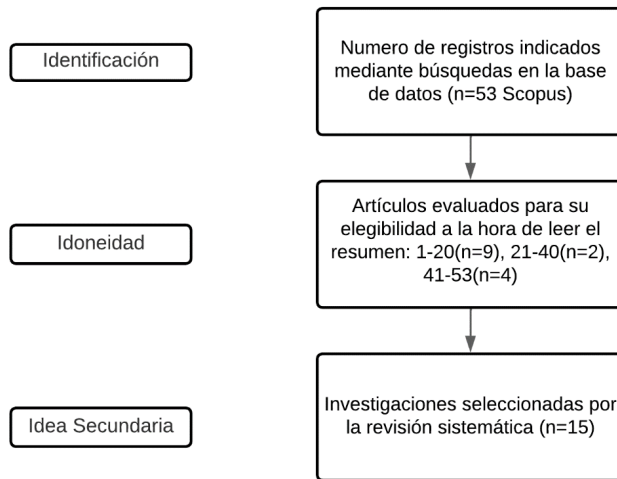
Los criterios de exclusión abordados para la revisión se basan en:

- Se excluyeron artículos que no se encuentran incluidos en el periodo de búsqueda determinado.

- Artículos que no presentaban evidencias hacia un impacto investigativo.
- Artículos con muy pocos vínculos con respecto a las líneas temáticas establecidas.

De acuerdo con la Figura 2, se evidencia que se identificaron los descriptores establecidos en la función de búsqueda y los resultados obtenidos, seguidamente se articularon los criterios de inclusión y exclusión determinados anteriormente. Para ello, de los 53 artículos arrojados, se procedió a implementar un proceso de revisión exhaustiva y detallada, en consecuencia, se clasificaron por grupo de 20 y el último de 23 artículos con el propósito de verificar la pertinencia en el área de estudio dejando como resultado un filtro de 15 artículos lo que indica que se abordaron las necesidades propuestas en la revisión sistemática.

Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA en tres niveles, basado en Molins & Serrano. (2019)



Nota. En esta Figura se observa el proceso de filtro de los artículos implementando los criterios de inclusión y exclusión a través de una revisión de lectura.

Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo en referencia a los datos bibliográficos como artículos, citas por artículo, menciones de autores, artículos por autor, indicador de colaboración entre coautores, top 10 de artículos más citados, países más productivos de acuerdo a la filiación del primer autor, revistas destacadas, palabras claves más usadas, referencias más citadas, autores más productivos y citados, luego se creó un análisis de acoplamiento (Network), cita, colaboración y co-citación. Por otra

parte, la extensión del nodo es proporcional a cantidad de documentos que contiene el país, es decir que, si se establece una relación entre nodos da a entender que existe colaboración entre países, en base a esto se utilizó un análisis de cooperación científica para reconocer la distribución social en esta disciplina a través de la implementación de análisis de redes haciendo énfasis por países (Newman, 2001).

Seguidamente, se relaciona a los autores más citados como un indicador de análisis, pues existe una proporción significativa, el cual se identifica la relación entre las citaciones de los autores, donde cada autor representa un vértice de la red y el borde que se enlaza con los demás nodos es proporcional al número de veces que aparece cada autor dentro de un distribución de citaciones, permitiendo establecer una visualización gráfica eficaz para mostrar las relaciones entre ella y del mismo modo su agrupamiento (Pons y Latapy, 2006).

Por último, se usaron técnicas de acoplamiento bibliométrico como autor, documento, referencia y datos, por ejemplo: país e institución de afiliación y asociación entre las variables. En este sentido, se aplicó una variedad de indicadores bibliométrico y existen numerosas herramientas de software que soportan a los análisis científicos, pero no contribuyen a los académicos en su desarrollo de trabajo, por tal motivo una de las herramientas destacadas son *bibliometrix*, puesto que a partir de una base datos final, es decir están los artículos que cumplan con los criterios de inclusión se importa en los datos de R, permitiendo la manipulación y visualización gráfica (Aria y Cuccurullo, 2017).

De lo anterior, se procede a realizar un análisis estadístico y visualización de datos, mediante indicadores claves a través del paquete *bibliometrix* (<http://www.bibliometrix.org>), puesto que se encuentra dentro del lenguaje de programación R. El paquete R es tendencia en los análisis bibliométricos porque proporciona estudios más completos a la hora de incorporar herramientas específicas y certeras para la investigación cuantitativa y bibliométrica, aún es un trabajo lógico clásico, por lo que tienen un conjunto de técnicas necesarias para practicantes por medio de *Biblioshiny* (Moral *et al.*, 2020). Además, es una herramienta útil y eficaz para la elaboración de análisis estadísticos y visualización de datos haciéndolo favorecedor para el uso en los investigadores, pues es de acceso abierto. Provocando un panorama en específico entre keyword, dendrogramas y otros, todo esto contribuye a establecer pertinencia, impacto e identificación de investigaciones conectadas con el tratamiento y procesamiento de los datos y variables (Dávila *et al.*, 2009; R Core Team, 2022).

En el desarrollo de análisis descriptivo, se creó una estructura conceptual de redes, análisis de correspondencia múltiple y dendrograma de la estructura conceptual, facilitando responder la pregunta de investigación resaltando los factores en tendencia como la cantidad de artículos y revistas, palabras claves, citas, índices de colaboración,

autores que trabajan en la línea temática e instituciones y países (Corena *et al.*, 2022; Dray, 2007; Fernández, 2011).

Resultados

En la siguiente sección se muestran los resultados obtenidos de un total de 53 referencias estudiadas en la literatura de objeto estudio realizada en la base de datos *Scopus*, en un periodo de observación de 5 años (2018-2023) y tenga relación con estudios anteriormente realizados en el marco del análisis bibliométrico.

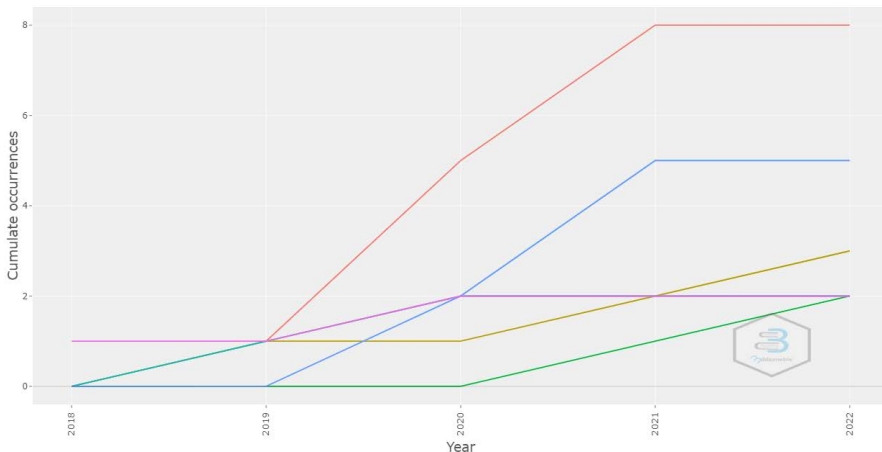
Análisis de producción científica con base en los autores

En los documentos se localizaron 122 autores con Keywords Plus (ID) 74 o Author's Keywords (DE) 153, de los cuales: 9 autores de documentos de un solo autor, 2.68 coautores por documento y 20.75% coautorías internacionales.

Procedencia de los archivos

La productividad en las publicaciones sobre la temática en etnomatemática dentro de la educación se colecciona fuentes principalmente en Bolema-Boletín de educación matemática (8), Journal of Physics: serie de conferencias (5), Eurasia revista de educación matemática, ciencia y tecnología (3), Revista internacional de educación matemática en ciencia y tecnología (2). Las demás producciones están localizadas a un intervalo extenso.

Figura 3. Producción de las instituciones a lo largo del tiempo.



Nota. En la Figura muestra la producción de la fuente en base al tiempo de los artículos objeto de estudio.

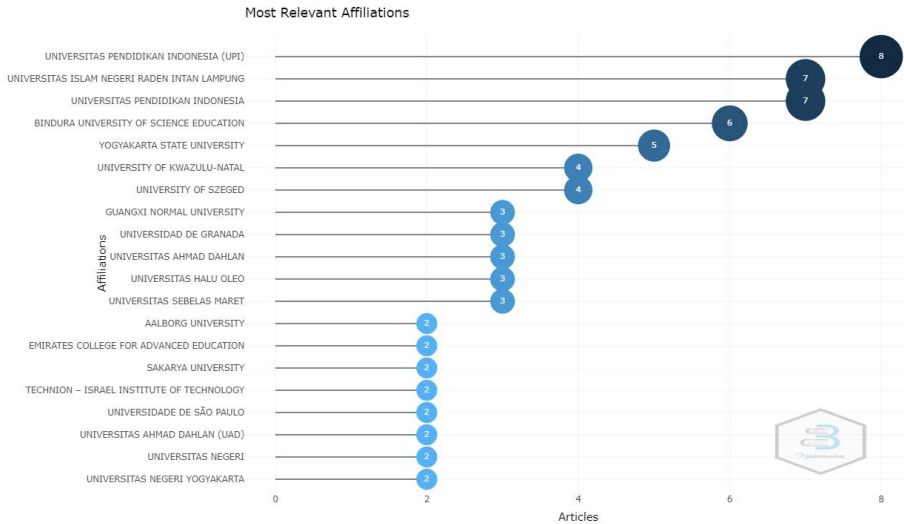
Además, se evidencia en la Figura 3, la producción de la fuente en función del tiempo, la revista *Bolema-Boletín de Educación Matemática* para el año 2018 no obtuvieron producción, pero para el 2021 y 2022 incremento, se encuentra representada con la línea de color rojo, para *Eurasia Revista de Educación Matemática, Ciencia y Tecnología* aumento gradualmente desde el año 2018 hasta el 2022 simbolizada con el color café, en el caso de *Revista Internacional de Educación Matemática en Ciencia y Tecnología* no presentaron producciones desde el 2018 hasta el 2020 mientras que para el año 2021 y 2022 generaron 3 producciones relacionadas al tema de estudio se evidencia en la línea de color azul.

Journals más citados por artículos a nivel local

Dentro de los documentos estudiados las fuentes más citadas son: *Educational Studies In Mathematics* (44), *For The Learning Of Mathematics* (40), *Revista Latinoamericana De Etnomatemática* (27), *Teaching Children Mathematics* (23), *Journal Of Physics: Conference Series* (21), *J Phys Conf Ser* (20), *Zdm* (19), *Journal Of Mathematics Teacher Education* (16), *Current And Future Perspectives Of Ethnomathematics As A Program* (15) y *Eurasia Journal Of Mathematics* (14).

Autores más relevantes en la producción científica sobre el tema de estudio: las referencias más citadas se encuentran un intervalo de 1-3, lo que indica que los autores que estudian más sobre el campo de la etnomatemática en la educación son: Maharaj A. (6), Sunzama G. (6), Supriadi S. (3), Albanés V. (2), Fernández Olivera A. (2), Marsigit (2), Oliveras ML. (2), Orey DC. (2), Prahmana RCI. (2), Suheraman (2).

Figura 4. Producción de instituciones de autores relacionados a la temática.

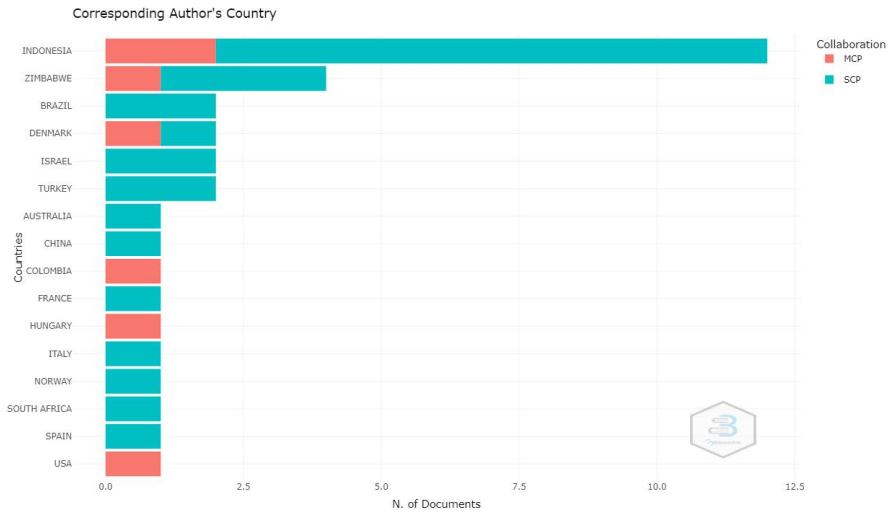


Nota. De acuerdo con la Figura se determina las producciones que han logrado las instituciones en base a los autores.

Instituciones

Las primeras 11 instituciones de los autores con mayor cantidad de producción relacionados al tema de estudio son: Universidad Indonesia De Educación (Upi) (8), Raden Intan Estado Universidad Islámica Lampung (7), Universidad Indonesia De Educación (7), Universidad Bindura De Educación Científica (6), Universidad Estatal De Yogyakarta (5), Universidad De Kwazulu-Natal (4), Universidad De Szeged (4), Universidad Normal De Guangxi (3), Universidad De Granada (3) y Universidad Ahmad Dahlan (3). De lo anterior se observa en la Figura 4.

Figura 5. La relación entre países para la temática de estudio y distribución de SCP y entre MCP países con mayor producción científica.

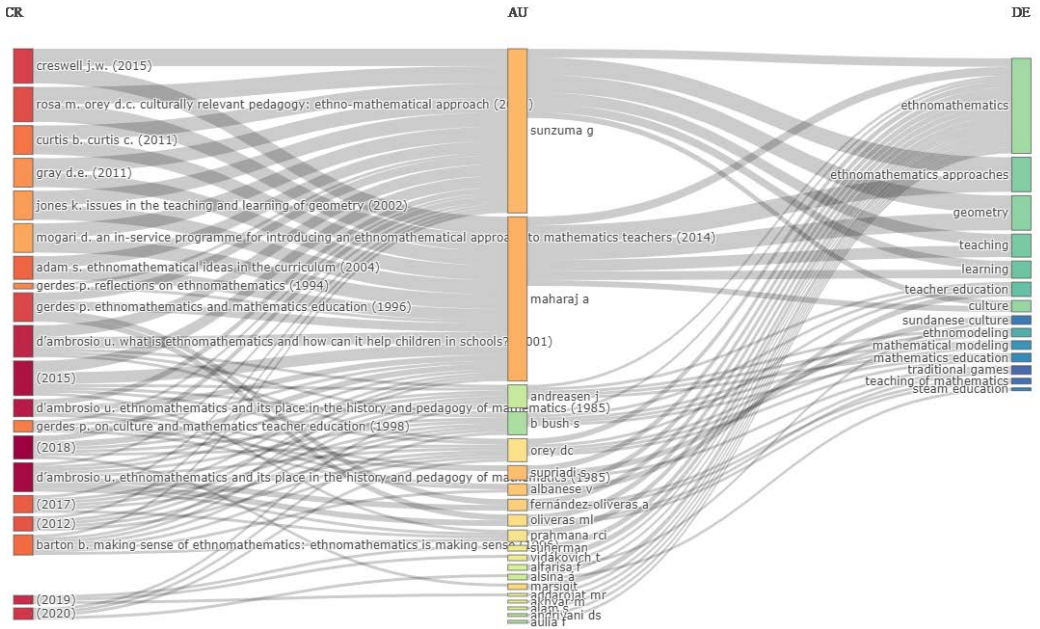


Nota. según la Figura se compara la distribución de artículos con impacto a dentro o fuera del país el cual es proveniente.

En la Figura 5, se observa los países con documentos más citados y que su aporte ha generado más impacto es más fuera (MCP) que dentro de ellos (SCP) son: Denmark, Colombia, Hungary y USA. Los países más citados son: Indonesia (32), Israel (10), Zimbabwe (8), Hungría (6), Dinamarca (5) y Brasil (3). Existen 19 países que contribuyeron en publicaciones sobre esta área de conocimiento en el marco de la etnomatemática y educación, lo cual Indonesia fue el país más productivo (NP=63), seguido Zimbabwe (NP= 18) y Brasil (NP=12), tres países influyentes significativamente en el presente estudio.

En la Figura 6, se identifica la relación y conexión entre el lado izquierdo con las referencias de los artículos estudiados, en el centro los autores y de lado derecho las palabras clave, en efecto la palabra destacada “etnomatemática” es potencialmente usada por los autores Andreasen J., Supiadi s. , Fernandes, Olivera M., Alsina, Alfarisa, Suherman, Marsigit, Adams entre otros, para el caso del descriptor enfoques matemáticos, enseñanza, geometría, aprendizaje y cultura tenemos a los autores Maharaj y Sunzama .

Figura 6. Parcela de tres campos.

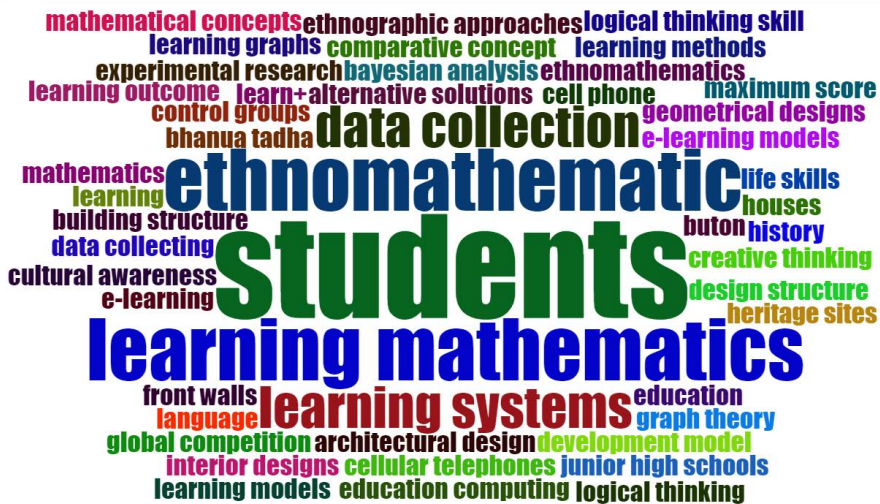


Nota. En esta Figura se observa la relación entre los descriptores más destacados con los autores autores y citas.

Frecuencia de palabras claves en los documentos estudiados

Las palabras más destacadas de los 53 documentos arrojados por la base de datos *Scopus* y luego procesados en el software R fueron: estudiantes (5), etnomatemática (3), aprender matemáticas (3), recogida de datos (2), sistemas de aprendizaje (2), mientras que las palabras poco frecuentes se encuentran: soluciones alternativas, diseño arquitectónico, análisis bayesiano, Bhanua Tadha, estructura del edificio, botón, teléfono celular, teléfonos celulares, concepto comparativo, grupos de control, pensamiento creativo, conciencia cultural, recopilación de datos, estructura del diseño, modelo de desarrollo, e-learning, modelos de e-learning, educación, informática, educativa, enfoques etnográficos, investigación experimental, paredes frontales, diseños geométricos, competencia global. Por otro lado, la frecuencia de las palabras a lo largo del tiempo presenta una distribución para el año 2020, es decir que el impacto de las palabras en este año es bajo en comparación para el 2021 y 2022 incrementando la tendencia del uso de estas palabras claves en estudios científicos.

Figura 7. Frecuencia de palabras más destacadas en los documentos de estudio.



Nota. En base a la Figura se observa las palabras claves más destacadas de acuerdo a los artículos utilizados.

Los autores que más contribuyen a esta dinámica y los más relacionados de acuerdo a la revisión sistemática de lectura son los siguientes:

Mumpuni y Marsigit (2022) investigaron la concepción que tenían los estudiantes de secundaria de la base islámica y Madrasah Tsanawiyah (MTs) en Yogyakarta sobre los procesos de aprendizaje utilizando estrategias etnomatemáticas basados en la comprensión de conceptos, utilidad y aplicación en el transcurso de la pandemia Covid-19, se concluyó lo favorable de implementar un modelo donde se integren el uso de la tecnología, la cultura, tradiciones, turismo, encaminados a la línea de aprendizaje en etnomatemática, el cual dicho proceso se vuelve constructivista generando participación activa por parte de los estudiantes ayudándoles a resolver problemas de la vida real.

Hariastuti *et al.* (2022) estudiaron las la casa tradicional Banyuwang para sondear los términos de la etnomatemática y el uso que se podría dar para el aprendizaje de las matemáticas, al mismo tiempo generar afectividad, se llevó a cabo por medio de desarrollo de instrumentos sobre planes de clases y fichas de aprendizaje integrando materias como las ciencias sociales, bellas artes y matemáticas para los niveles educativos de primaria, por tanto determinaron que el 80% de efectividad en el aprendizaje y resolver problemas de su contextos.

Johnson *et al.* (2022) realizaron aplicaciones que contribuyan a los estudiantes a potencializar sus habilidades matemáticas a través de juegos, por ende, crearon una

aplicación de matemáticas IOS para los estudiantes de sexto grado, se desarrolló utilizando la etnomatemática de acuerdo a la cultura emiratí, permitiendo explorar conceptos de álgebra, aritmética y conocer la cultura matemática a nivel local. Al final demostraron que la implementación de conceptos, percepciones y factores culturales tuvo beneficios en el incremento del gusto y aprendizaje de las matemáticas, esta investigación promueve la sostenibilidad en la educación matemática a partir de la etnomatemática y el aprendizaje móvil, también para las futuras aplicaciones de IOS incorporen las STEM en el desarrollo del diseño de los módulos.

Supriadi (2022) analizó situaciones didácticas para los estudiantes en primaria en el marco de los juegos tradicionales de la cultura sudanesa, West Java, Indonesia, por medio de aprendizajes etnomatemáticos, utilizaron como herramienta el juego Endog-Endogan de Java Occidental-Indonesia, en otros términos, apoya a que el aprendizaje en las matemáticas sea más fácil y divertido, elimina las dificultades en la comprensión de conceptos y sus aplicaciones. Por último, sugiere al profesor encontrar soluciones para las dificultades de los estudiantes y aprendan de la conexión existente entre la cultura y las matemáticas, para que los investigadores estudien con poblaciones más extensas, el usar diferentes herramientas y materiales didácticos.

Fernández *et al.* (2021) establecieron relaciones entre enfoque ontosemiótico del conocimiento, la instrucción matemática (EOS) y la etnomatemática a través de un instrumento que explora la perspectiva de los docentes en sus prácticas de enseñanza usando la etnomatemática basado en una serie de componentes en el marco de adaptación del currículo, innovación didáctica, educación en valores, adaptación del contexto sociocultural, conexiones intra e interdisciplinarias, recursos, materiales, bajo unos indicadores etnomatemáticos gracias a esos instrumentos diseñaron propuestas de enseñanza aprendizaje en educación primaria con unos criterios de idoneidad didáctica bajo un modelo etnomatemático permitiendo contextualizar las matemáticas y la ciencias en cualquier aula promoviendo una educación intercultural.

Fernández *et al.* (2021) investigaron el uso de juegos basados en las STEAM con un enfoque etnomatemático, crearon un diseño curricular denominado en tres juegos tradicionales de diferentes culturas y geográficos, se aplicaron con estudiantes de primaria con una edad aproximada de 8 a 12 años, realizaron micro proyectos con propuestas didácticas visto desde las STEAM con el propósito de mejorar las habilidades a partir de actividades, al final determinaron contenidos que constituyen parte importante en el currículo de la educación en primaria desde clasificar, organizar, medir, resolución de problema, trayectorias, ubicación espacial para promover la cultura científica matemática.

Julianto *et al.* (2021) determinaron que las habilidades para la vida en pleno siglo XXI se deben enfocar en establecer aprendizaje para enfrentarse a la competencia

global. El pensamiento lógico puede promoverse usando la etnomatemática. Para ello, investigaron el perfil de las habilidades y pensamientos lógicos en estudiantes de primaria de la escuela Sarakarta y Bovolali. Crearon instrumentos de literatura matemática basados en aspectos de comprensión, planificación, resolución y conclusión, lo que implica a los docentes en desarrollar un aprendizaje que apoye a los estudiantes en el pensamiento matemático integrando la etnomatemática.

Oliveira de Paiva *et al.* (2021) analizaron las contribuciones que se pueden evidenciar en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas a partir de la implementación de actividades con un enfoque etnomatemático en la escuela comunitaria casa de Familia Rural en la ciudad de Breves/PA. Crearon actividades que permitiera explorar la cultura en cómo afrontar situaciones y problemas de la vida cotidiana, usaron una didáctica abordada por el CFR como herramienta estadística que ayuda a involucrar y desarrollar la extensión sociocultural y la valorización de la agricultura familiar para los jóvenes de secundaria. Concluyeron que la etnomatemática ayuda a enriquecer a la humanidad, por lo tanto, se le asigna el rol del docente transmitir a los estudiantes la diversidad cultural, la matemática contextualizada y una educación que aspire a formar estudiantes reflexivos.

Suherman *et al.* (2021) impulsaron el pensamiento creativo en matemáticas bajo un aprendizaje de las STEM y etnomatemático, para ello tomaron estudiantes de secundaria de la provincia de Lampung-Indonesia, le realizaron intervenciones, por medio de una secuencia de enseñanza en los planes de estudios, posteriormente mostraron el efecto del pensamiento creativo a través del modelo aumentando la sensibilidad de los problemas del mundo real, donde los estudiantes puedan plantear diferentes soluciones sobre fenómenos en nuestro entorno al mismo tiempo forjar nuevas ideas y crear nuevas experiencias en el aula. Concluyeron que el aprendizaje STEM es un proceso innovador que se puede implementar para mejorar el pensamiento creativo en la era de revolución industrial y recopilación de nuevas fuentes, ideas y conductas de innovación para la etnomatemática.

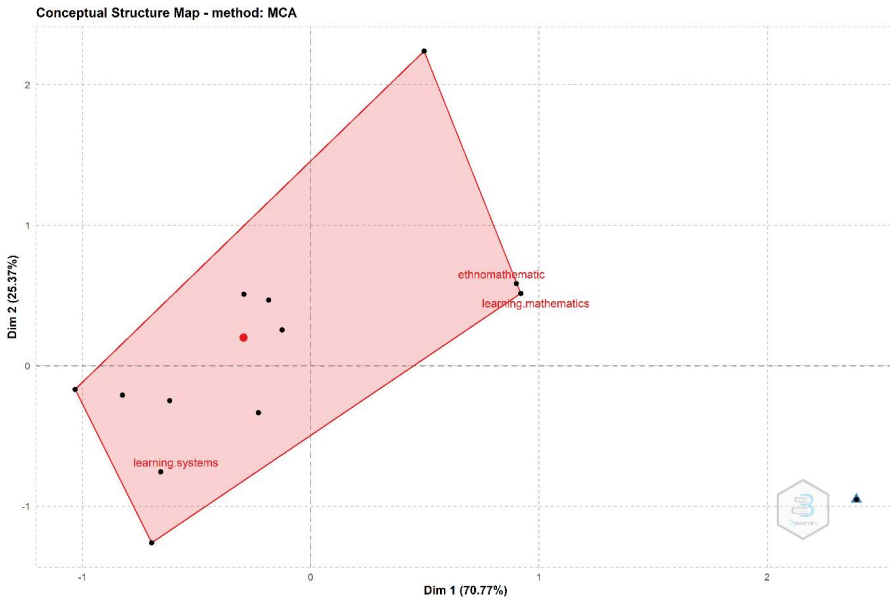
Suherman, *et al.* (2021) determinaron el impacto del método SQ3R para estudiantes de noveno grado enfocadas a la etnomatemática en la comprensión de conceptos matemáticos asistido por hojas de trabajo, el cual tuvo mayor impacto en el reconocimiento de conceptos matemáticos de los estudiantes en comparación con el método SQ3R aplicado como un método tradicional, sin el apoyo de las hojas de trabajo. Sin embargo, la estrategia usando los dos métodos es tendencia para la educación, concluyeron que es importante estimular a los estudiantes a que tengan un desenvolvimiento activo en el desarrollo de la clase y garantizar en las futuras investigaciones a que puedan utilizar este estudio como referencia e implementarlo desde diferentes perspectivas y materiales.

Nascimento de Mattos *et al.* (2020) investigaron los aportes que tienen las viviendas en la comunidad indígena llamada Araçá, en la región Norte de Brasil. Estudiaron las influencias culturales, los factores ambientales y sostenibles de la comunidad, además los procesos de enseñanza aprendizaje de las escuelas indígenas. Indagaron sobre cómo ha cambiado la arquitectura al pasar de los años en la construcción de viviendas, por otro lado estipularon preocupaciones hacia la formación docente, debido a que es necesario preparar docentes no sólo para transmitir conocimiento, también para transformar su realidad en base a sus estudiantes y comunidad, para ello la etnomatemática es una herramienta útil para el fortalecimiento de una praxis óptima en la enseñanza y aprendizaje en la educación escolar indígena, de tal manera que asegure la exploración matemática a través de las creencias, el ambiente, la cultural que sean esenciales para los estudiantes indígenas.

Mauluah & Marsigit (2019) estudiaron un análisis de datos en Kratón Yogyakarta sobre la exploración, recursos y aprendizaje de las matemáticas. Aprender las matemáticas básicas por medio de la escuela usando las riquezas culturales contribuye a hacer el proceso más efectivo y significativo. Identificar y usar recursos para aprender como la etnomatemática mejora la educación matemática, para ello realizaron una investigación cualitativa de observación y documentación otorgando como resultado una tabulación sobre las competencias básicas, grado y categorías. Los hallazgos indican que existen investigaciones con alto potencial en promover la etnomatemática dándole la facilidad de utilizar como un medio en la enseñanza de las matemáticas para aprender conceptos y procedimientos como: medir longitud, área, volumen, mosaico, forma, patrón, operaciones básicas, trayectorias entre otros, en especial en los primeros niveles de formación.

En ese marco, bibliometrix además de analizar las palabras claves también estudia factores como título y resúmenes de los artículos. En la Figura 8, se muestra en primer lugar un mapa de estructura conceptual con un total de 3 palabras, fueron agrupadas en el clúster rojo, las cuales se encuentran: sistemas de aprendizaje, etnomatemática y aprendizaje matemático, para ello se realizó un análisis de correspondencia múltiple en una trama bidimensional. Aproximadamente el 90% de variabilidad de la información está incorporada en el primer plano factorial, esto refleja que en general es más alto de lo que suele ser en los estudios, en consecuencia, indica la alta confiabilidad y certeza de los resultados, por otra parte, el clúster azul es muy pequeño donde las palabras claves que están dentro de ese grupo se caracterizan en: estudiantes y sistemas de datos.

Figura 8. Mapa de estructura conceptual.

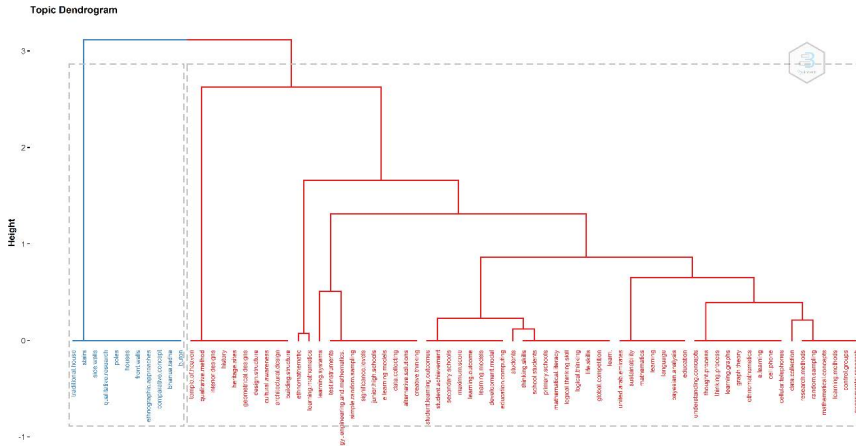


Nota. En esta Figura se muestra una estructura de las temáticas más destacadas garantizando un indicador de confiabilidad del estudio.

Luego se realizó una agrupación por Clúster de K-medias como se observa en la Figura 9, con el propósito de identificar por grupos los documentos que estén conectados y enlazados por aspectos en común, además los clústeres se distribuyeron por el nivel de relación encontrado entre las palabras claves en el marco de los metadatos de los documentos estudiados.

De lo anterior, se muestra 2 clústeres en el plano, en primer lugar, se identifica con el color rojo, recopilando un conjunto de artículos que tienen conexión de acuerdo a los siguientes conceptos: comparación de conceptos, estructura de un edificio, investigación cualitativa, casas, paredes laterales, casa tradicional, historia, enfoques etnográficos. Por último, el clúster 2 representado con el color azul aborda conceptos como: estudiantes, etnomatemática, aprendizaje, matemáticas, diseños de arquitectura, colección de datos, sistemas de aprendizaje, soluciones alternativas, pensamiento creativo, educación informática, educación, geometría, pensamiento lógico, modelos de aprendizaje, escuelas primarias, escuelas secundaria, ciencia, tecnología, ingeniería, comprensión de conceptos, sostenibilidad, estudiantes, instrumentos, habilidades, métodos de investigación, conceptos matemáticos, modelos de desarrollo, cultura.

Figura 9. Dendrograma temático.

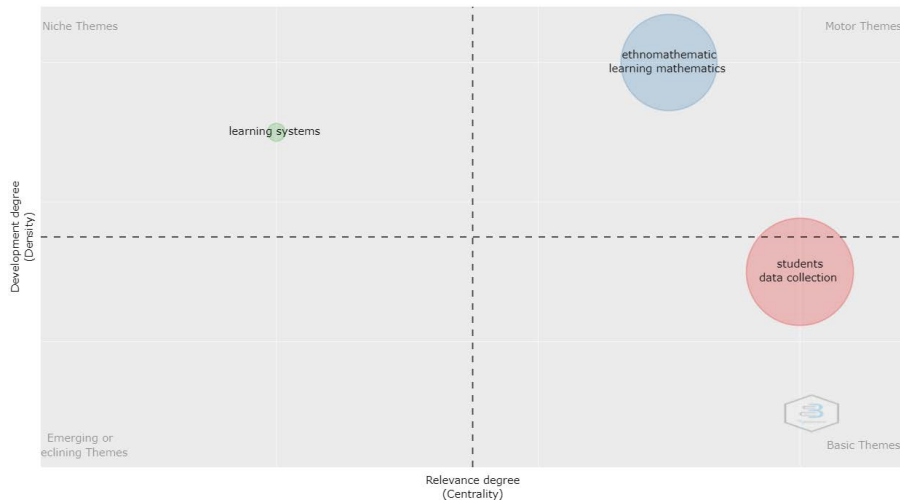


Nota. De acuerdo con esta Figura se establece una agrupación de conceptos más destacados en los artículos objeto de estudio.

Por otro lado, en base al mapa temático, se visualiza un grupo de palabras claves encontradas en los artículos de estudio y la relación entre ellas, se determinan categorías temáticas en temas motores, periféricos, emergentes, básicos y transversales. A continuación, se observa que en la representación de la Figura 10, se divide en cuatro cuadrantes permitiendo visualizar las siguientes propiedades: los temas motores son aquellos relacionados con la etnomatemática y aprendizaje de las matemáticas, estos temas son especialmente estudiados, por lo que cumple un papel muy importante para generar innovación en el campo de la educación, además en este primer cuadrante se caracteriza por la potencialidad en la centralidad, significa que son conceptos bien desarrollados y fundamentales para la estructuración.

Los temas periféricos se observan conceptos encaminados hacia los sistemas de aprendizaje en referencia a los modelos, técnicas, procesos, herramientas, materiales entre otros, que favorecen en el aprendizaje, en este segundo cuadrante la importancia es limitada porque no comparten relaciones externas con otros temas. Los temas emergentes están relacionados hacia los estudiantes y colección de datos, por tanto, son esenciales para esta investigación porque ofrece la oportunidad de presentar desde diferentes perspectivas la educación, para este cuarto cuadrante son temas generales que son transversales al área de investigación.

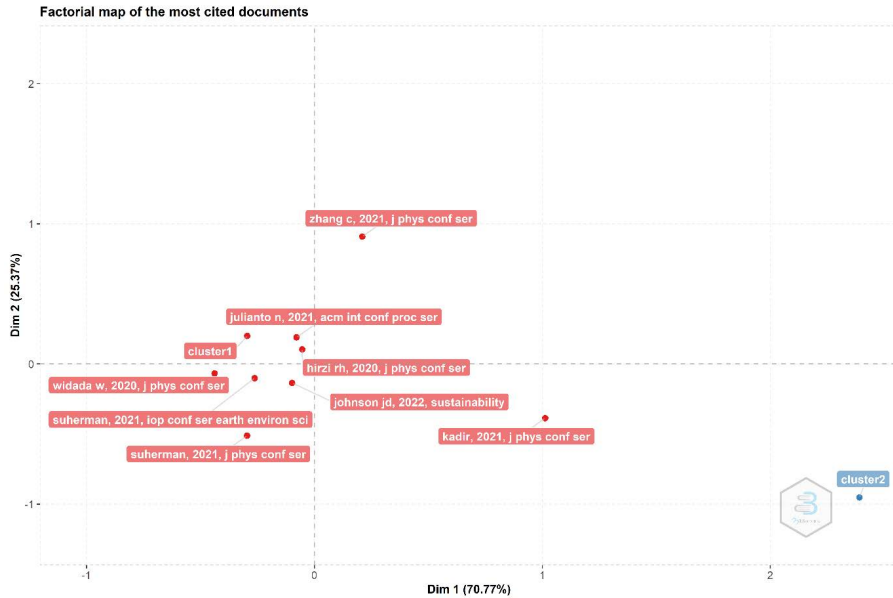
Figura 10. Mapa temático.



Nota. En base a esta Figura se evidencia los temas más destacados dividido en cuatro cuadrantes en un mapa temático

En la Figura 11, muestra los artículos más contribuyentes, los cuales se encuentran los siguientes autores: Kadir 2021 (exploration of comparative concepts in the ethnomathematics of the buton traditional house) , Zhang C. 2021 (ethnomathematics values in temple of heaven: An imperial sacrificial altar in beijing, china), Suherman 2021 (STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st century) , Widada W. 2020 (the thinking process of students in understanding the concept of graphs during ethnomathematics learning), Julianto N, 2021 (analysis of students' logical thinking skill in solving mathematical literacy based on ethnomathematics in primary school), Johnson JD. 2022 (using bayesian networks to provide educational implications: Mobile learning and ethnomathematics to improve sustainability in mathematics education), Hirzi RH 2020 (ethnomathematic worksheet by scientific aproachs), el cual se encuentran representado con los puntos de color rojo, se caracterizan por tener una mayor concentración en el primer plano, ya que están altamente relacionado al tema de estudio, es decir son artículos que tienen conceptos como la etnomatemática, aprendizaje, enseñanza, educación, pensamiento creativo, modelos, herramientas, matemáticas, tecnología entre otros.

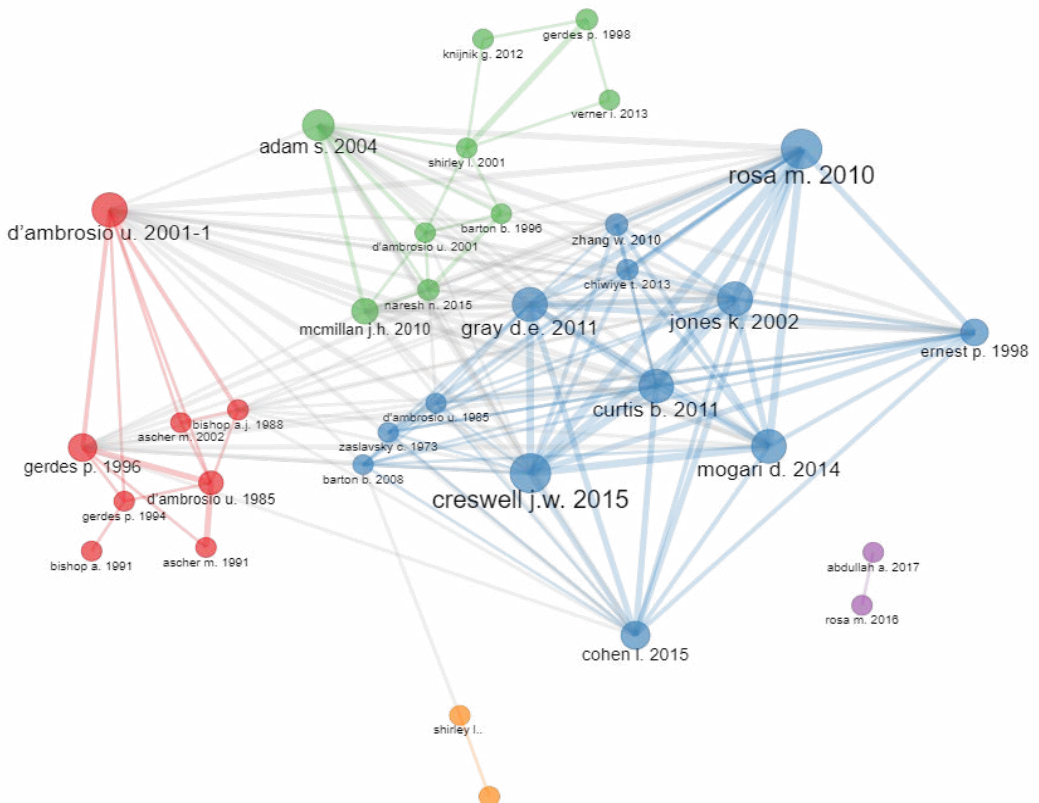
Figura 11. Mapa factorial de los documentos con mayor contribución.



Nota. En esta Figura se observa las referencias de los artículos con mayor contribución e impacto por medio de agrupaciones de acuerdo con la línea temática.

A continuación, en la Figura 12, muestra la co-citación sobre la conexión entre los autores más citados en los artículos de estudio, se encontraron los siguientes: en los clúster de color rojo se descubrieron las citas de los autores: D'Ambrosio U, Ascher M. 1991, Ascher M. 2002, para los clúster de color azul : D'Ambrosio U. 1985, Creswell J.W. 2015, Rosa M. 2010, Adán S. 2004, Curtis B. 2011, Gray D.E. 2011, Jones K. 2002, Mogari D. 2014, Cohen L. 2015, D'Ambrosio U. 2001, Ernest P. 1998, McMillan J.H. 2010, Naresh N. 2015, Zaslavsky c.1973, Zhang W. 2010, Chiwiye T. 2013, Christensen L.B. 2015, Gerdes p. 2008, Gerdes p. 2008, Hennink M.M. 2014, Madusise s. 2015, Masingaidze S., Massarwe K. 2012, Naweseb FT. 2012, en el caso de los clúster morados : Rosa M. 2016 y Abdullah A. 2017 y por ultimo los clúster de color verde : Knijnik G. 2012, Verner I. 2013, D'Ambrosio U. 2001-1, Gerdes p. 1996, Gerdes p. 1996, Obispo A.J. 1988, Obispo A.J. 1988, Gerdes p. 2011, Gavarrete M., Shirley L., Barton B., Gerdes p. 1994.

Figura 12. Red de Co-citación.



Nota. En la Figura se evidencia una red de las citas más destacadas de acuerdo a su nivel de producción y colaboración de los autores.

Tabla 1. Referencias más citadas.

Autores	Título	Journal	DOI	Citación
Mauluah, L., & Marsigit. (2019)	Ethnomathematics for elementary student: Exploration the learning resources at kraton Yogyakarta	International Journal of Scientific and Technology Research	NA	12
Prahmana, R. C. I., & D'Ambrosio, U. (2020).	Learning geometry and values from patterns: Ethnomathematics on the batik patterns of yogyakarta, indonesia	Journal on Mathematics Education	10.22342/jme.11.3.12949.439-456	12
Sunzuma, G., & Maharaj, A. (2019).	Teacher-related challenges affecting the integration of ethnomathematics approaches into the teaching of geometry	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	10.29333/ejmste/108457	10
Supriadi, S. (2019).	Didactic design of sundanese ethnomathematics learning for primary school students	International Journal of Learning, Teaching and Educational Research	10.26803/ijlter.18.11.9	8
Verner, I., Massarwe, K., & Bshouty, D. (2019).	Development of competencies for teaching geometry through an ethnomathematical approach	Journal of Mathematical Behavior	10.1016/j.jmathb.2019.05.002	7
Suherman, S. u. h., Vidákovich, T., & Komarudin. (2021).	STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st Century	Journal of Physics: Conference Series	10.1088/1742-6596/1882/1/012164	6
Albanese, V., & Perales, F. J. (2020).	Mathematics conceptions by teachers from an ethnomathematical perspective	Bolema– Mathematics Education Bulletin	10.1590/1980-4415v34n66a01	5

Autores	Título	Journal	DOI	Citación
Mania, S., & Alam, S. (2021).	Teachers' perception toward the use of ethnomathematics approach in teaching math	International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology	10.46328/IJEMST.1551	4
Rodríguez-Nieto, C. A., & Alsina, Á. (2022).	Networking Between Ethnomathematics, STEAM Education, and the Globalized Approach to Analyze Mathematical Connections in Daily Practices	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	10.29333/EJMSTE/11710	3
Rosa, M., & Orey, D. C. (2021).	An ethnomathematical perspective of stem education in a globalized world	Bolema—Mathematics Education Bulletin	10.1590/1980-4415v35n70a14	3

Nota. En la tabla se demuestra un análisis de citas otorgando un Top 10 de los artículos más referenciados en la base de datos Scopus.

Discusión y conclusión

De acuerdo con los resultados presentados se puede dar respuesta a la pregunta problema ¿Cómo es la implementación de estrategias etnomatemáticas en la educación en primaria y secundaria?, donde se observa diversas implementaciones de estrategias etnomatemáticas en la educación para el caso de la formaciones en primaria y secundaria, los cuales se destacan el mapa temático (Figura 10) y estructuras conceptuales (Figura 8) son representaciones básicas y transversales para la visualización y análisis de datos, también la demanda de ellos en el campo científico. En la actualidad existen pocas investigaciones que aplican estos dos campos, se demuestra en este estudio, ya que el número de los artículos seleccionados al final fue un resultado de 16 muy bajo de lo que había involucrado inicialmente con 53, resaltando que estos artículos filtrados están relacionados a los dos campos de objeto de estudio para una población determinada.

Teniendo en cuenta lo anterior, se muestra que la etnomatemática ha contribuido significativamente en las investigaciones encaminadas en el sector educativo en especial durante el periodo de la pandemia del Covid-19, porque se evidencia las secuelas que ha dejado en el área de la investigación situación que llevó a los investigadores a realizar estudios a pequeña escala, no obstante se destaca lo fundamental de incrementar los niveles de producción científica entre estos temas de estudio de forma conjunta, lo cual se

necesita de una serie de modelos, enfoques, procesos, herramientas, materiales, recursos y demás que son de apoyo para la implementación de esas investigaciones.

En el presente estudio se observa la implementación de la etnomatemática dentro del sector educativo, por medio de un estudio descriptivo, inferencial, multivariado que refuerza y describe el análisis bibliométrico ayudado del paquete *bibliometrix* que se encuentra fundado en el lenguaje R y es potencialmente usado para estudiar múltiples áreas del conocimiento. Se destaca que a pesar de que se han generado investigaciones enfocados en estas dos líneas temáticas dentro de la formación en primaria y secundaria, aún tienen pocos estudios, sin embargo, se resalta lo impecable e indispensable de seguir en el desarrollo de estos tipos de estudios que contribuyen a conocer y mostrar los resultados importantes sobre la implementación de estrategias etnomatemáticas en la educación primaria y secundaria.

Referencias

- Albanese, V., & Perales, F. J. (2020). Mathematics Conceptions by Teachers from an *Ethnomathematical Perspective*. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34(66), 1-21. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a01>
- Aria, Massimo; Cuccurullo, Corrado (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bahadir, E. (2021). Ethnomathematics Approach In Mathematics Education For Migrant Students. *Milli Egitim*, 50(Special Issue 1), 577-594. doi:10.37669/milliegitim.959829
- Budi Utami, W., Ponoharjo, & Aulia, F. (2019). Student experience about higher order thinking skill with contextual learning based ethnomathematics using learning media and math props. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(1C2), 719-721.
- Chahine, I. C. (2020). Towards african humanicity: Re-mythologising ubuntu through reflections on the ethnomathematics of african cultures. *Critical Studies in Teaching and Learning*, 8(2), 95-111. doi:10.14426/cristal.v8i2.251
- Corena, F., Moreno, M., Menco, A., Mendez, M., Vertel, M. 2022. Análisis multivariado con perspectiva de género en programas STEM ofertados por la Universidad de Sucre (Sede Puerta Roja). *South Florida Journal of Development*, 3(2), 2425-2435. <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n2-066>.
- Costi, A., & Giongo, I. M. (2018). Teaching mathematics in liquid times: A study with ethnomathematical inspiration. *Acta Scientiae*, 20(5), 885-902. doi:10.17648/acta.scientiae.v20iss5id4220
- Dana-Picard, T., & Hershkovitz, S. (2020). STEAM education: Technological skills, students' cultural background and covid-19 crisis. *Open Education Studies*, 2(1), 171-179. doi:10.1515/edu-2020-0121

- Dávila Rodríguez, M., Guzmán Sáenz, R., Macareno Arroyo, H., Piñeres Herera, D., de la Rosa Barranco, D., Caballero-Uribe, C.V. 2009. Bibliometría: conceptos y utilidades para el estudio médico y la formación profesional. *Salud Uninorte*. 25(2), 319–330. <http://ref.scielo.org/7ygpmt>.
- De Matos Gondim, D. (2020). The fieldwork in/for/with ethnomathematics as a possibility of an affection research: Potencies of devir. *Bolema—Mathematics Education Bulletin*, 64(68), 1077-1104. doi:10.1590/1980-4415v34n68a12
- Desai, S., Safi, F., B. Bush, S., Wilkerson, T., Andreasen, J., & Orey, D. C. (2022). Ethnomodeling: Extending mathematical modeling research in teacher education. *Investigations in Mathematics Learning*, 14(4), 305-319. doi:10.1080/19477503.2022.2139092
- Dray, S., & Dufour, A.-B. 2007. The ade4 Package: Implementing the Duality Diagram for Ecologists. *Journal of Statistical Software*, 22(4), 1–20. <https://doi.org/10.18637/jss.v022.i04>.
- Ergene, Ö., Ergene, B. Ç., & Yazıcı, E. Z. (2020). Ethnomathematics activities: Reflections from the design and implementation process. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 11(2), 402-437. doi:10.16949/turkbilmate.688780
- Fernandes, F. S. (2019). Mathematics teachers training in rural education graduation courses: Letters, epistemologies and curriculums. *Bolema—Mathematics Education Bulletin*, 33(63), 27-44. doi:10.1590/1980-4415v33n63a02
- Fernández, R. S. M. 2011. Análisis de correspondencias simples y múltiples. Universidad Autónoma de Madrid: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. <https://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/REDUCIR-DIMENSION/CORRESPONDENCIAS/correspondencias.pdf>.
- Fernández-Oliveras, A., Blanco-Álvarez, H., & Oliveras, M. L. (2021). Application of an instrument to assess ethnomathematical didactic suitability to a teaching-learning proposal about unconventional measurement patterns. *Bolema—Mathematics Education Bulletin*, 35(71), 1845-1875. doi:10.1590/1980-4415V35N71A28
- Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M. J., & Oliveras, M. L. (2021). Implementation of a playful microproject based on traditional games for working on mathematical and scientific content. *Education Sciences*, 11(10). doi:10.3390/educsci11100624
- Fitrianawati, M., Sintawati, M., Marsigit, & Retnowati, E. (2020). Developing ethnomatematics in geometry learning for elementary schools students: A preliminary design. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(1), 2754-2758.
- Gavarrete, M. E., & Albanese, V. (2021). 50 meters east from the ancient big fig tree: Cultural ways of approaching spatial location with ethnomathematical potential. *Bolema—Mathematics Education Bulletin*, 35(71), 1678-1700. doi:10.1590/1980-4415V35N71A21
- Graziano, M. (2018). The system 2. doi:10.1007/978-3-319-96797-4_3

- Hariastuti, R. M., Budiarto, M. T., & Manuharawati. (2022). Traditional houses in ethnomathematical-thematic-connected-based mathematics learning. *International Journal of Educational Methodology*, 8(3), 535-549. doi:10.12973/ijem.8.3.535
- Hirzi, R. H., & Gazali, M. (2020). Ethnomathematic worksheet by scientific aproachs. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, , 1539(1) doi:10.1088/1742-6596/1539/1/012078
- Johnson, J. D., Smail, L., Corey, D., & Jarrah, A. M. (2022). Using bayesian networks to provide educational implications: Mobile learning and ethnomathematics to improve sustainability in mathematics education. *Sustainability (Switzerland)*, 14(10) doi:10.3390/su14105897
- Julianto, N., Rejekiningsih, T., & Akhyar, M. (2021). Analysis of students' logical thinking skill in solving mathematical literacy based on ethnomathematics in primary school. Paper presented at the *ACM International Conference Proceeding Series*, doi:10.1145/3516875.3516927
- Kadir, Salim, & Jafar. (2021). Exploration of comparative concepts in the ethnomathematics of the buton traditional house. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, , 2123(1) doi:10.1088/1742-6596/2123/1/012025
- Mania, S., & Alam, S. (2021). Teachers' perception toward the use of ethnomathematics approach in teaching math. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(2), 282-298. doi:10.46328/IJEMST.1551
- Mauluah, L., & Marsigit. (2019). Ethnomathematics for elementary student: Exploration the learning resources at kraton yogyakarta. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(7), 776-780.
- Meneghetti, R. C. G., & Gargarella, B. C. (2019). Solidarity economy and inclusive mathematical education for adults with special needs. *Inclusive mathematics education: State-of-the-art research from brazil and germany*, 499-514. doi:10.1007/978-3-030-11518-0_29
- Molins, F., & Serrano, M. A. (2019). Bases neurales de la evision a las pérdidas en contextos económicos: Revision sistemática según las directrices PRISMA. *PRISMA*, 68, 47-58. <https://doi.org/10.33588/rn.6802.2018276>
- Moral-Muñoz JA, Herrera-Viedma E, Santisteban-Espejo A, Cobo MJ. Software tools for conducting bibliometric analysis in science: an up-to-date review. *El profesional de la información*. 2020, 29(1), 290103. doi: 10.3145/epi.2020.ene.03.
- Mumpuni, R. H., & Marsigit, M. (2022). Initial perception of junior high students on ethnomathematics-based online learning during the Covid-19 pandemic. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(3), 1445-1454. doi:10.11591/ijere.v11i3.21822
- Nascimento de Mattos, S. M., Linhares de Mattos, J. R., & da Silva, E. R. (2020). Constructions and valorization of the culture through ajurí in indigenous school education. *Educacion Matematica*, 6(2), 172-193. doi:10.24844/EM3202.07

- Nutti, Y.J. (2018). Decolonizing indigenous teaching: Renewing actions through a critical utopian action research framework. *Action Research*, 16(1), 82-104. doi:10.1177/1476750316668240
- Oliveira de Paiva, O., Lacerda, A. G., & Ferreira dos Santos, R. (2021). Ethnomathematics: An experience in the rural family home in Breves/PA. *Margens*, 15(24), 237-252. doi:10.18542/rmi.v15i24.10057
- Owens, K. (2020). Transforming the established perceptions of visuospatial reasoning: Integrating an ecocultural perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 32(2), 257-283. doi:10.1007/s13394-020-00332-z
- Parra, A., & Trinick, T. (2018). Multilingualism in indigenous mathematics education: An epistemic matter. *Mathematics Education Research Journal*, 30(3), 233-253. doi:10.1007/s13394-017-0231-5
- Prahmana, R. C. I., & D'Ambrosio, U. (2020). Learning geometry and values from patterns: Ethnomathematics on the batik patterns of yogyakarta, indonesia. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 439-456. doi:10.22342/jme.11.3.12949.439-456
- Prahmana, R. C. I., & Istiandaru, A. (2021). Learning sets theory using shadow puppet: A study of javanese ethnomathematics. *Mathematics*, 9(22) doi:10.3390/math9222938
- Purniati, T., Turmudi, Juandi, D., & Suhaedi, D. (2022). Ethnomathematics study: Learning geometry in the mosque ornaments. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(5), 2096-2104. doi:10.18517/ijaseit.12.5.17063
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Rodríguez-Nieto, C. A., & Alsina, Á. (2022). Networking between ethnomathematics, STEAM education, and the globalized approach to analyze mathematical connections in daily practices. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(3) doi:10.29333/EJMSTE/11710
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2021). An ethnomathematical perspective of stem education in a globalized world. *Bolema—Mathematics Education Bulletin*, 35(70), 840-876. doi:10.1590/1980-4415v35n70a14
- Rudyanto, H. E., Ghufuron, A., Hartono, & Gembong, S. (2018). Multimedia flash mathematics with cultural perspective (ethnomathematics) to develop elementary school students' creative thinking. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10(6 Special Issue), 1714-1720.
- Santos, J. A., Dos Santos Bernardi, L., & Nascimento, M. (2020). Algorithms and kinship systems: Ethnomathematical approaches in the training of indigenous teachers. *Bolema—Mathematics Education Bulletin*, , 628-650. doi:10.1590/1980-4415v34n67a14
- Skovsmose, O. (2022). Concerns of Critical Mathematics Education – and of Ethnomathematics. *Revista Colombiana de Educación*, (86), 361–378. <https://doi.org/10.17227/rce.num86-13713>

- Suherman, Rahmadani, N. A., Vidákovich, T., Mujib, Fitria, N., Sari Putri, N. I., Priadi, M. (2021). SQ3R method assisted by ethnomathematics-oriented student worksheet: The impact of mathematical concepts understanding. Paper presented at the *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, , 1796(1) doi:10.1088/1742-6596/1796/1/012059
- Suherman, S. u. h., Vidákovich, T., & Komarudin. (2021). STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st century. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, , 1882(1) doi:10.1088/1742-6596/1882/1/012164
- Sunzuma, G., & Maharaj, A. (2019). Teacher-related challenges affecting the integration of ethnomathematics approaches into the teaching of geometry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9) doi:10.29333/ejmste/108457
- Sunzuma, G., & Maharaj, A. (2020). In-service secondary teachers' teaching approaches and views towards integrating ethnomathematics Approaches into geometry teaching. *Bolema: Mathematics Education Bulletin*, 34, 22-39. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n6a02>
- Sunzuma, G., & Maharaj, A. (2021). In-service mathematics teachers' knowledge and awareness of ethnomathematics approaches. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(7), 1063-1078. doi:10.1080/0020739X.2020.1736351
- Sunzuma, G., & Maharaj, A. (2021). In-service zimbabwean teachers' obstacles in integrating ethnomathematics approaches into the teaching and learning of geometry. *Journal of Curriculum Studies*, 53(5), 601-620. doi:10.1080/00220272.2020.1825820
- Sunzuma, G., & Maharaj, A. (2022). Teachers' views on learner-related variables impeding the integration of ethnomathematics approaches into the teaching and learning of geometry. *International Journal of Inclusive Education*, 26(11), 1085-1102. doi:10.1080/13603116.2020.1808717
- Sunzuma, G., & Maharaj, A. (2022). Zimbabwean in-service teachers' views of geometry: An ethnomathematics perspective. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(9), 2504-2515. doi:10.1080/0020739X.2021.1919770
- Supriadi, S. (2019). Didactic design of sundanese ethnomathematics learning for primary school students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(11), 154-175. doi:10.26803/ijlter.18.11.9
- Supriadi, S. (2022). Elementary school students reflection: Didactical design analysis on integer and fraction operations on mathematical concepts with sundanese ethnomathematics learning. *Pegem Egitim Ve Ogretim Dergisi*, 12(4), 192-199. doi:10.47750/pegegog.12.04.19
- Supriadi, S., Chudari, I. N., Sundari, N., Tiurlina, Ridwan, I. R., Wuryastuti, S., Robiansyah, F. (2019). Creative intelligence analysis in ethnomathematics learning. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 5(1), 169-188.
- Umbara, U., Wahyudin, W., & Prabawanto, S. (2021). Exploring ethnomathematics with ethnomodeling methodological approach: How does cigugur indigenous people using calcula-

- tions to determine good day to build houses. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(2), 1-19. doi:10.29333/EJMSTE/9673
- Utami, N. W., Sayuti, S. A., & Jailani, J. (2021). Indigenous artifacts from remote areas, used to design a lesson plan for preservice math teachers regarding sustainable education. *Heliyon*, 7(3) doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06417
- Verner, I., Massarwe, K., & Bshouty, D. (2019). Development of competencies for teaching geometry through an ethnomathematical approach. *Journal of Mathematical Behavior*, 56 doi:10.1016/j.jmathb.2019.05.002
- Widada, W., Herawaty, D., Andriyani, D. S., Marantika, R., Yanti, I. D., & Falaq Dwi Anggoro, A. (2020). The thinking process of students in understanding the concept of graphs during ethnomathematics learning. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, , 1470(1) doi:10.1088/1742-6596/1470/1/012072
- Zhang, C., Wijaya, T. T., Zhou, Y., Chen, J., & Ning, Y. (2021). Ethnomathematics values in temple of heaven: An imperial sacrificial altar in beijing, china. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, , 2084(1) doi:10.1088/1742-6596/2084/1/012015

Políticas públicas orientadas al sector turístico para fomentar el emprendimiento femenino en Tolú

Public Policies Oriented to the Tourism Sector to Foster Women's Entrepreneurship in Tolú

Paula Andrea Martínez Aldana¹, María Elena Pérez Prieto²,
Marilú Tibusay Acurero Luzardo³

Resumen

Las políticas públicas son una herramienta fundamental para el fomento del emprendimiento femenino, dado que abordan las necesidades únicas de las mujeres empresarias en la industria, las cuales incluyen un acceso igualitario a los recursos, la participación en los mercados de consumo, acceso a programas de gobierno, capacitaciones y asistencia técnica para desarrollar sus emprendimientos de manera exitosa. De allí que el objetivo de esta investigación fue conocer el alcance de las políticas establecidas por los planes de desarrollo orientadas al sector turismo para el fomento de los emprendimientos femeninos en Tolú, para poder determinar estrategias de acción. Se realizó desde un diseño documental, de tipo analítica, de carácter hermenéutico interpretativo, se analizaron bases de datos oficiales, tales como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, los planes de desarrollo (nacional, departamental y municipal), Redalyc, Scopus, Scielo, entre otras; de acuerdo con las variables que intervienen en la investigación. Los resultados reflejan un grado medio de influencia en los planes de desarrollo, ya que, a pesar de los esfuerzos por promover la igualdad de género en el sector, las mujeres aún enfrentan barreras significativas para el acceso a recursos y oportunidades de negocio. Se concluye que los planes de desarrollo son una guía fundamental para el fomento de las políticas públicas, las cuales deben mejorar las

1 Administradora de Empresas titulada de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Investigadora en la Beca – Pasantía del Proyecto Jóvenes Investigadores de Sucre. Correo: paula.martineza@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5191-8645>

2 Doctora en Gerencia. Universidad Yacambú-Venezuela. Magister en Gerencia de Recursos Humanos. Licenciada en Gerencia Industrial. Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Colombia. Docente investigadora. Correo: maria.perezpr@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7476-5995>

3 Doctora en Ciencias Gerenciales. Urbe-Venezuela. Posdoctorado en Políticas Públicas, Maestría en Gerencia Financiera. Ingeniera en Sistemas, Corporación Universitaria del Caribe CECAR. Correo: marilu.acurero@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3175-6620>

condiciones de vida de las mujeres emprendedoras y por ende mitigar los impactos desfavorables para la comunidad, articulando los sectores público y privado.

Palabras clave: emprendimiento femenino, igualdad de género, sector turismo, políticas públicas, planes de desarrollo.

Abstract

Public policies are a fundamental tool for the promotion of female entrepreneurship, since they address the unique needs of women entrepreneurs in the industry, which include equal access to resources, participation in consumer markets, access to training programs, government, training and technical assistance to develop their ventures successfully. Hence, the objective of this research was to know the scope of the policies established by the development plans aimed at the tourism sector for the promotion of female entrepreneurship in Tolú, to determine action strategies. It was carried out from a documentary design, of an analytical type, of an interpretative hermeneutic nature, official databases were analyzed, such as the National Administrative Department of Statistics, development plans (national, departmental and municipal), Redalyc, Scopus, Scielo, among other; according to the variables involved in the research. The results reflect a medium degree of influence on development plans, since, despite efforts to promote gender equality in the sector, women still face significant barriers to access resources and business opportunities. It is concluded that development plans are a fundamental guide for the promotion of public policies, which should improve the living conditions of women entrepreneurs and therefore mitigate unfavorable impacts for the community, articulating the public and private sectors.

Keywords: female entrepreneurship, gender equality, tourism sector, public policies, development plans.

Introducción

Los procesos de globalización, en los últimos años, han permitido indagar el estudio de las tendencias de crecimiento con mayor auge en el mercado. Una de las más significativas entre estas es el sector turismo, donde se identifica una gran variedad de ventajas en el ámbito económico, sociocultural y ambiental, enfatizando en un turismo sostenible, es decir, que sea soportable ecológicamente en un periodo de largo plazo, viable económicamente y equitativo desde una perspectiva social para la comunidad (Naciones Unidas, 1995, pág.2 citado por Villarraga, E., 2017).

El turismo es comprendido de acuerdo con la Organización Mundial de Turismo, citado por Mamani (2016), como un fenómeno social, cultural y económico que

relaciona el movimiento de personas a lugares fuera de su residencia habitual por motivos personales o de negocios/profesionales. Al ser el turismo un fenómeno de impacto social que incorpora el desarrollo sostenible y la competitividad, se hace necesario que fundamente políticas públicas que logren la vinculación de todos los sectores económicos para poder establecer la preservación de los ecosistemas naturales, por tanto, se deben diseñar e implementar planes de acción que reduzcan la contaminación y el deterioro del entorno. Con lo anterior, se estaría garantizando un turismo sostenible y se garantizaría el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en adelante ODS.

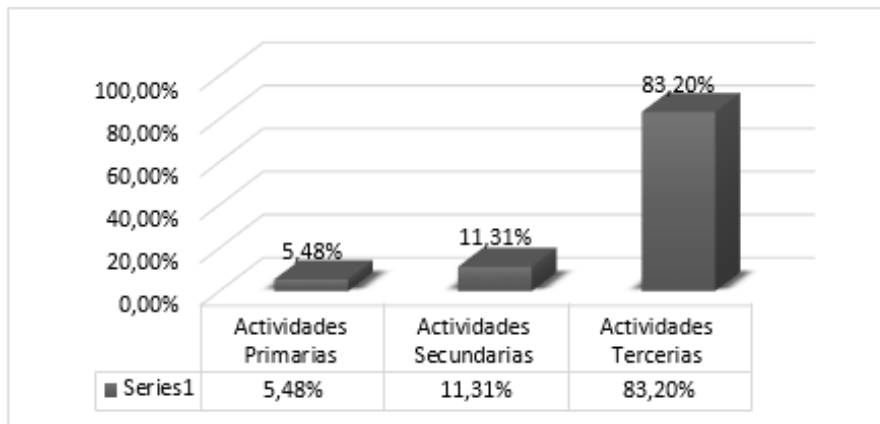
La Organización de las Naciones Unidas, en la Agenda 2030, estableció en el año 2015 los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los cuales son guías para contrarrestar las acciones contraproducentes que afecten el entorno global, por esta razón se debe garantizar un turismo sostenible y es así como la Organización Mundial de Turismo establece su importancia dando a conocer lo que es el mercado turístico, el cual se conforma por la oferta, demanda y operadores donde se hace necesario que contribuyan de manera directa e indirecta con el cumplimiento de los ODS, puesto que su participación está relacionada al crecimiento económico, inclusivo y sostenible y a su vez en el consumo, producción y uso de los océanos y finalmente los recursos marinos.

En este sentido, el turismo ha tenido un dinamismo en el transcurrir de los años, observándose como un sector que puede potencializar el desarrollo económico del país, impulsando las tecnologías, la generación de empleo, la innovación, los indicadores económicos, las políticas de acceso, políticas públicas, y los planes de desarrollo que puedan implementar el sector público y/o privado, a través del establecimiento de normas que regulen el apoyo e incentivo económico a los emprendimientos en cada territorio.

El municipio de Tolú, ubicado en el Departamento de Sucre, y también conocido como La Villa Tres Veces Coronada de Santiago de Tolú, de la Costa Caribe, centrada con el Golfo de Morrosquillo, con una población de acuerdo con datos del DANE (2022) de 34.943 habitantes, es uno de los epicentros más importantes del Caribe colombiano por las diferentes actividades económicas, donde se resalta los recursos naturales, en especial el mar, el cual ha permitido convertirlo en un atractivo turístico por su puerto de anclaje del Golfo.

Tolú, posee varias características que hacen que se convierta en un destino importante para el turismo, además de ser el centro de comercialización de productos agrícolas a zonas de influencia, como la caña de azúcar. Las actividades económicas de Santiago de Tolú, según datos del DANE (2019), tuvieron para ese año una participación representada en un 3,5% en el Departamento de Sucre, considerándose las actividades con mayor relevancia de los sectores de la economía. (Figura 1).

Figura 1. Participación de los sectores de actividades económicas.



Nota. En el gráfico anterior se ilustra la participación de las actividades económicas del Municipio de Tolú, Sucre, de acuerdo con datos obtenidos Departamento Nacional de Planeación – Cámara de Comercio de Sincelejo, para el año 2020.

Asimismo, como se observa en el gráfico anterior, el sector terciario es uno con mayor participación e impacto en el Municipio de Tolú, puesto que representa el 83,20% de la actividad económica, resaltando los servicios hoteleros, transporte, turismo, entretenimiento, entre otros. Seguidamente, las actividades secundarias, con el 11,31%, donde prevalecen las industrias manufactureras y construcción. Finalmente, el primario y no menos importante, puesto que son actividades que son de crecimiento para el municipio, y su participación ha aportado en el valor agregado a nivel departamental, en actividades de agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, entre otras, representando el 5,48%.

En este sentido, se puede afirmar que el turismo es una de las actividades económicas más significativas en el municipio de Tolú, ya es una de las principales fuentes generadoras de empleo y su aporte contribuye con el desarrollo territorial, debido a que incursiona en diferentes áreas de crecimiento económico, político, social y cultural. Por lo tanto, para lograr impulsar los negocios de la cadena turística, es fundamental analizar los índices de informalidad, ya que se ha evidenciado que la cobertura de financiamiento ha sido poco favorable. La Cámara de Comercio de Sincelejo (2020), señala que existen más de 1.000 establecimientos en la cadena turística con altos niveles de informalidad, esto, por información obtenida de la Coordinación de Turismo y la Secretaría de Hacienda Municipal, solo registra 500 negocios en el Municipio de Tolú.

Por lo anterior, el Plan de Desarrollo Territorial Tolú al servicio de la gente (2020-2023), establece una serie de estrategias con el fin de mejorar las condiciones territoriales

que pueden permitir el crecimiento económico y humano con bases sostenibles, impulsando el comercio, la industria y el turismo, con el propósito de fortalecer las condiciones sociales y la reactivación integral del municipio.

La adopción de estrategias a partir de los sectores públicos y/o privados, requiere del establecimiento de políticas públicas que articulen la cadena de valor del Departamento, mediante la constitución de micro, pequeñas y medianas empresas que se encuentre en el sector turismo, asimismo se espera dinamizar la economía propiciando la generación de empleos. Por su parte, desde la perspectiva social se debe garantizar un crecimiento inclusivo y de calidad que promueva el desarrollo y genere oportunidades de aprendizaje para la población, mediante técnicas dimensionadas en ofrecer una mejor calidad de vida, por esta razón, es importante afianzar los recursos que tiene el municipio en pro de contribuir con los indicadores económicos.

De acuerdo con datos publicados por el DANE (2020), existe un nivel de incidencia representativa, analizando la cabecera y los centros poblados y rural disperso, evidenciándose una tasa de pobreza multidimensional del 42,7%. En este sentido, se puede percibir a Tolú como un municipio que espera ser reconocido y validado por los miembros del territorio, por sus atractivos turísticos, los cuales pueden contribuir a mejorar las condiciones de vivienda de los habitantes y así reducir los índices de pobreza. Tolú, para poder ser percibido como el destino ideal debe garantizar y velar por la satisfacción de los turistas, en especial por su seguridad, ya que según datos de la Dirección de Investigación Criminal e Interpol de la Policía Nacional se infiere que a medida que pasan los años se han incrementado el número de hurtos a personas y a el comercio, ocasionando en muchos casos amenazas y homicidios que desprestigian el buen nombre del municipio.

El municipio de Tolú, según lo establecido por datos estadísticos del DANE (2022), el Censo Nacional de Población estuvo conformado en 17.148 hombres (49,1%) y 17.795 mujeres (50,9%), por lo que la participación de la mujer ha representado un valor agregado a los negocios, ya que se puede impulsar los sectores de la economía por las estrategias de emprendimiento.

Por tanto, para la generación de empleos es fundamental contar con el apoyo de entidades que estén reguladas por los entes de control y su actividad económica se encuentre en pro del territorio, es decir, las micro, pequeñas y medianas empresas que impulsan por sus emprendimientos el sector turismo. El emprendimiento es uno de los factores fundamentales considerado como una oportunidad no solo para generar empleos sino también fuente y estrategia para lograr el crecimiento y desarrollo en cada uno de los sectores donde se encuentren inmersos.

En Colombia, el gobierno nacional con la Ley de Emprendimiento adopta estrategias que permiten impulsar estos negocios, fortaleciendo el Fondo Mujer Emprende, el cual tiene como propósito promover, financiar y apoyar estos emprendimientos para su formalización en los sectores empresariales.

Por su parte, la Ley 2069 de 31 diciembre 2020, por medio del cual se impulsa el emprendimiento en Colombia, y tiene como objetivo diseñar un marco regulatorio que fortalezca el emprendimiento y crecimiento de las empresas para contribuir con el bienestar social, en el Artículo 47, se establece que se diseñaran planes, programas, iniciativas y herramientas que permitan impulsar y dinamizar el desarrollo económico de los territorios, dando cumplimiento a los lineamientos de políticas públicas definidos por la Vicepresidencia de la República y la Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer. Por lo anterior esta investigación tuvo como objetivo conocer el alcance de las políticas establecidas por los planes de desarrollo orientadas al sector turismo para el fomento de los emprendimientos femeninos en Tolú, para poder determinar estrategias de acción.

Consideraciones teóricas

Políticas públicas del sector turismo

Con el transcurrir de los años, se han evidenciado nuevas tendencias relacionadas al sector turismo, identificándose aspectos económicos, culturales, sociales y ambientales que han sido impulsados por este sector. La Organización Mundial de Turismo (2008), resalta que este concepto puede ser estudiado desde varios puntos de vista, ya que se originó principalmente entre las guerras mundiales de los años 1919 y 1938, fue adoptado por profesores universitarios, quienes lo definieron según Hunziker y Krapf (1942), como una suma de fenómenos que surgen de los viajes y las estadías de no residentes, no ligados a una residencia permanente. Este concepto se ha ido fortaleciendo al paso de los años, ya que autores señalan que el turismo no puede ser visto como un simple fenómeno, por tanto, se definió como un desplazamiento que se realiza fuera del lugar de residencia y de trabajo. Finalmente, la OMT (1994), define el turismo como aquel que comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año con fines de ocio, por negocios y otros.

De igual manera, la OMT señala la importancia del turismo en la economía, principalmente por la cantidad de elementos que lo componen, los cuales logran impactar en diferentes sectores, por su participación en el territorio, la creación de empleos, el

aumento de ingresos públicos, y el fortalecimiento de la actividad empresarial. Por su parte, el Plan Sectorial de Turismo (2018-2022), señala que es una de las actividades más representativas a nivel mundial, ya que de acuerdo con datos de la OMT (2016), la participación de las exportaciones en el comercio global de servicio es favorable para el PIB mundial.

La noción de los aportes de los autores anteriores concuerdan en gran medida al concepto que hoy se tiene sobre turismo, debido a que este sector es fundamental porque puede permitir incrementar la productividad a nivel nacional, el crecimiento de los negocios a través de la generación de valor y sostenibilidad, la segmentación de la industria y la creación de productos turísticos con sentido de identidad, como lo son las artesanías, gastronomía, patrimonio y cultura, los cuales tengan como resultados lograr un posicionamiento en mercados nacionales e internacionales y, asimismo, contribuir al PIB, por la llegada de turistas y el gasto en el territorio.

En los últimos años el sector turismo se ha convertido en una fuente generadora de empleo, de divisas y de inversiones para las empresas. En Colombia, de acuerdo con El Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022), el turismo representa el 3,8% del PIB, a nivel mundial este equivale al 10%, resaltando su potencial. El plan de gobierno diseñó una serie de estrategias que tienen como objetivo fortalecer al sector en cuanto a los factores políticos, sociales, legales y de emprendimiento y productividad. De igual importancia, el Plan Sectorial de Turismo (2018-2022), señala que Colombia posee un dinamismo significativo para el sector turismo, representados principalmente en la llegada de viajeros en los últimos años, y es considerado por el gobierno como una opción viable y rentable para el desarrollo sostenible.

El turismo ha sido una de las actividades con mayor participación en el mercado Colombiano, de acuerdo con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2022), para el año 2021, el sector terciario represento el 68% del PIB, principalmente por la participación del turismo, donde es notable resaltar que a raíz de la emergencia sanitaria generada por la pandemia en el año 2020 las cifras analizadas con relación a este sector se vieron afectadas representando un 69,2%, sin embargo, para el siguiente año se logró evidenciar una recuperación en el número de visitantes en un 52,1%, lo que permitió dinamizar la economía con estrategias de acción mediante la reactivación económica de los sectores, obteniendo como resultado la capitalización de los recursos locales y a su vez promover la cultura, conectado a las personas con los patrimonios de cada comunidad, logrando que los turistas o visitantes compartan experiencias únicas y diferentes a su lugar habitual, incentivando en este sentido, el alojamiento, la gastronomía, las culturas propias, el comercio, entre otros.

De acuerdo con las entidades que regulan y analizan el comportamiento de cada uno de los sectores económicos en Colombia, se puede señalar lo que establece el Plan Sectorial de Turismo (2018 – 2022), el cual según cifras del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, MinCIT (2018, p.4 y 5) entre 2011 y 2017, se presentó un destacado crecimiento en los principales indicadores del turismo en el país, obteniendo una participación del 69% correspondiente a visitantes en escala internacional, 52% en la generación de divisas, 19% la creación de nuevos empleos y 74% en la incursión de nuevas empresas al sector, generando una oferta presente en alrededor de 281 municipios del territorio nacional. Asimismo, en las estadísticas analizadas por el Departamento Nacional de Estadística, en adelante DANE, el turismo desde las actividades de alojamiento y gastronomía, representó el 3,78% del PIB en Colombia durante 2017 (MinCIT, 2018), evidenciando su potencial de desarrollo.

De igual importancia, el turismo se ha potencializado haciendo que este aporte no solo a la economía del territorio, sino también al cumplimiento de cada uno de los propósitos globales propuesto por la Organización de las Naciones Unidas, ya que es un fenómeno que ha centralizado sus esfuerzos en el mejoramiento de los entornos naturales, fomentando a su vez el crecimiento y desarrollo. Si bien es cierto, desde este sector se puede impulsar el trabajo decente por la generación de empleos, pero estos deben estar articulados como operadores turísticos para el ejercicio de ellos, encaminados a promover un turismo sostenible.

Igualmente, los autores Aguilera, Bernal, & Quintero (2006), establecen que las políticas de turismo en Colombia, según los lineamientos del Ministerio de Comercio Industria y Turismo, tienen como objetivo mejorar la competitividad de los destinos y productos turísticos, con el propósito de aumentar la participación en estos servicios. Asimismo, CITUR (2018) sustenta que desde el año 2017 se ha visto el crecimiento del sector turístico, ya que se tomó la iniciativa de mejorar las condiciones de seguridad del territorio, a través de las alianzas estratégicas de convenios de paz, lo que llevó a posicionar esta actividad como una de las principales del país. Por lo anterior, Colombia se ha visto en la necesidad de fortalecer y permanecer a la vanguardia, ya que declaró este sector como clase mundial, para lo cual fue necesario la creación de políticas a nivel nacional de productividad y competitividad (MinCIT, 2008).

En este sentido, realizando un análisis del Departamento de Sucre, considerado uno de los más atractivos de la costa colombiana por la cercanía al mar, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, señala que las actividades económicas se encuentran centradas principalmente en la pesca y el turismo, especialmente en la región del Golfo de Morrosquillo, conformado por los municipios de Moñitos, San Bernardo del Viento, Santa Cruz de Lorica y San Antero en el Departamento de Córdoba; Coveñas, Santiago

de Tolú, San Onofre, Tolú Viejo, y San Antonio de Palmito en el Departamento de Sucre; y el archipiélago de San Bernardo en jurisdicción del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias, Departamento Nacional de Planeación (2010).

De la misma manera, el municipio de Tolú, es un destino visitado por un número representativo de personas de diferentes partes de Colombia y del mundo, donde es centro de atención por ser canalizador de turistas por su historia, infraestructura, aeropuerto, sus playas, hoteles, cultura, recursos sostenibles, y los diferentes tipos de turismo, como lo es sol y playa, aventura, naturaleza, ecoturismo, entre otros. Plan de Desarrollo Territorial (2020-2023).

Tolú, posee un gran potencial para ser percibido como destino para el esparcimiento de las personas, principalmente por sus atractivos y servicios turísticos donde estos según datos de la Gobernación de Sucre (2009), están conformados por la Iglesia de Santiago el mayor, escuela gastronómica y de turismo del Golfo de Morrosquillo – Sena, semana santa, la cual es muy esperada por los habitantes de Tolú y visitantes ya que realizan diversas procesiones, cuadros en vivo, actos con los nazarenos, logrando mayor participación de personal en el municipio. Seguidamente se encuentra la Ciénaga de la leche, playas de Tolú, asociaciones de pescadores, guías turísticos, hermandad nazarena, y las micro, pequeñas y medianas que trabajan en el sector mediante emprendimientos para la generación de ingresos y la empleabilidad.

No obstante, el turismo es visto como un factor clave para el desarrollo, ya que genera múltiples beneficios para dinamizar la economía del territorio. Desde el turismo se impulsan diversas actividades económicas, que al transcurrir del tiempo son relevantes para el desarrollo turístico, si bien es cierto, este sector cubre con gran parte la economía, generando empleos, construcciones, generación de ingresos que permiten evaluar las tasas de intereses. Desde lo ambiental, el turismo contribuye con la conservación de estos entornos, ya que son ejes de atractivos turísticos, ayudando a mantener y recuperando las zonas verdes que han sido afectadas.

El emprendimiento y la igualdad de género

El término emprendimiento deriva del francés “entrepreneur”, el cual significa pionero, se le da esta interpretación ya que en años anteriores este se asociaba a la actividad que tiene una persona de realizar un esfuerzo con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos, teniendo la capacidad de tomar decisiones. Rodríguez 2010, citado por Jiménez & Gutama (2019). Actualmente el emprendimiento es referenciado como un “factor importante para el desarrollo económico de los territorios” (Audretsch & Thurik, 2001) citado en Marulanda, Montoya, & Vélez, (2014), considerado como

una actividad que vincula la participación de todos los sectores, generando así ingresos a nivel local y personal, puesto que mejora la calidad de vida tanto del emprendedor como de su grupo familiar, asimismo, contrarresta con las cifras desfavorables de desempleo y pobreza, aportando a la contribución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Del mismo modo, el autor Peter F. Drucker en 1986, citado en Marulanda, Montoya, & Vélez, 2014, define el emprendimiento como algo poco común, ya que este debe tener la capacidad de causar impacto a la sociedad, por esta razón, se dice que debe ir más allá de las empresas comunes. Asimismo, Van & Verloot (Citado en (Herrera, 2012), establece que el emprendimiento se enfoca en cuatro áreas que permiten el desarrollo de la economía, y se deben tener en cuenta para garantizar el cumplimiento de estas como lo es el empleo, la innovación la productividad y finalmente el crecimiento.

Se puede observar, que el enfoque dado al emprendimiento delinea la perspectiva o ruta que debe seguir toda persona que desea iniciar un negocio, siendo capaz de asumir riesgos y tomar decisiones que permitan impulsar el desarrollo de la región. Es así como el emprendimiento es comprendido como un fenómeno práctico que involucra variables, que impactan directamente en la sociedad y en las diversas actividades del negocio, a su vez garantiza la superación y mejora de las condiciones de vida de los miembros que lo conforman.

Otro aporte importante, es lo expuesto por Castillo, A. (1999) asocia el emprendimiento como una acción que persigue fines económicos de manera autónoma, logrando obtener ganancias y a partir de los recursos escasos generar una propuesta, descubriendo las oportunidades presentes en el mercado. En este orden de ideas, se puede analizar como este término es asociado a la innovación, considerando el cambio como un inicio para incursionar en la estructura social, en las gestiones públicas, en la consolidación de empresas, entre otras.

Desde el punto de vista económico, Alfred Marshall, en 1880, introduce el concepto de factores de producción, el cual se encuentra asociado en 4 pilares como tierra, trabajo, capital y organización siendo esta última la más relevante por ser quien orienta y guía los factores establecidos, alineados con los emprendedores, ya que estos son líderes dispuestos a actuar de acuerdo a las condiciones del entorno, citado por (Burnett 2000). Es por esto, que desde el emprendimiento se puede impulsar todos los sectores de la economía puesto que es son acciones que permiten dinamizar el comportamiento de los territorios, por la afluencia en la industria. Desde el turismo, se prevé el desarrollo local, mediante la participación e incremento de visitantes en cada territorio los cuales aporten en cada una de las actividades y servicios turísticos que se encuentren alineados con los pequeños negocios o emprendimientos.

Por otro lado, La agenda 2023 de las Naciones Unidas es una clave para dar cumplimiento a los objetivos de desarrollo sostenible, los cuales tienen como finalidad superar y mejorar los indicadores de hambre, pobreza y desigualdad de género, es así como desde esta agenda se promueve la equidad de género y la autonomía de la mujer. Por lo anterior, se evidencia la participación que debe tener el fomento del emprendimiento femenino para dar cumplimiento a estos propósitos globales, las Naciones Unidas (2018) en el ODS número 5 denominado “Igualdad de género”, propone una serie de metas de acuerdo con la variable, que articulan estrategias que logren una economía sostenible y a la vez beneficiar a la sociedad y asimismo a la humanidad, las cuales corresponden a las siguientes:

1. Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública.
2. Emprender reformas que otorguen a las mujeres igualdad de derechos a los recursos económicos, así como acceso a la propiedad y al control de la tierra y otros tipos de bienes, los servicios financieros, la herencia y los recursos naturales, de conformidad con las leyes nacionales.
3. Aprobar y fortalecer políticas acertadas y leyes aplicables para promover la igualdad de género y el empoderamiento de todas las mujeres y las niñas a todos los niveles.

Con las metas anteriores se debe garantizar el cumplimiento de este objetivo, desde la generación de oportunidades de emprendimientos con el apoyo de las mujeres, las cuales permitan velar por el desarrollo y toma de decisiones desde lo político, económico y social y es aquí donde radica su importancia puesto que a mayor número de mujeres que propicien estos espacios mayor será su participación en la economía territorial, y es así como se disminuye los indicadores desfavorables que más impacto tengan en la sociedad. Si bien es cierto, desde años anteriores como plantea Castiblanco (2013), citado por Laguna *et al.* (2021), la mujer desde hace siglos es vista como la encargada de los hogares y de sus hijos, y cuando está en la disposición de independizarse se asocia una serie de obstáculos debió a la concepción social que se tiene. Actualmente, esta idealización ha venido resurgiendo puesto que son las mujeres capaces de adoptar ese empoderamiento para afrontar las diversas dificultades que se les presente, esto hace que logre obtener ingresos para solventar las necesidades.

Del mismo modo, en una investigación realizada por García *et al.* (2022), denominada “Análisis y Evolución del Emprendimiento Femenino en Latinoamérica”, tuvo como propósito analizar la participación de la mujer en el emprendimiento, estudiar las actitudes sociales y finalmente determinar la influencia en el comportamiento empresarial

y el impacto de las empresas de mujeres, logrando evidenciar que en varios países las actividades realizadas pueden dar un empoderamiento económico a las mujeres. Para el análisis en Colombia, se evidenciaron resultados poco favorables principalmente entre los años 2020 a 2021, producto de la emergencia sanitaria del momento generada por el virus denominado COVID -19.

Sin embargo, a medida que se impulsó la recuperación económica se obtuvo una tendencia al crecimiento económico del país, se reactivó la economía a través de la generación de nuevos empleos, en igualdad de condiciones para los hombres y mujeres, incluyendo además el entorno y sector empresarial, logrando evidenciar que las mujeres tienen mayor participación en varios sectores de la economía producto de las nuevas oportunidades presentadas desde el gobierno nacional y regional.

Es evidente que las mujeres son capaces de generar oportunidades que impactan la sociedad, además tienen la capacidad de obtener ingresos para solventar sus necesidades. Por otro lado, es importante destacar la consideración de igualdad hacia la mujer en la vinculación en puestos claves de liderazgo, así como cargos en la vida política, económica y pública del país y la región. De la misma manera, se hace necesario seguir monitoreando y velando por la consecución de derechos en igualdad de condiciones para las mujeres, tanto en los recursos económicos destinados a la actividad emprendedora, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de las leyes en cuanto a la igualdad de género y el emprendimiento femenino en el territorio.

Políticas públicas desde los planes de desarrollo en Colombia

Para la construcción de las políticas públicas, se hace necesario identificar los instrumentos de planeación de cada territorio, la secretaria Distrital de Planeación (2017), sostiene que los planes de desarrollo de gobierno deben contemplar las políticas anteriores para determinar el grado de cumplimiento, con el propósito de implementar acciones que permitan alcanzar los objetivos planteados a largo plazo, las cuales son adoptadas mediante Documentos CONPES D.C o Decretos Distritales. Asimismo, toda política pública debe aportar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo de Desarrollo, donde se establece el compromiso en los diferentes planes de desarrollo nacional, departamental y local, definido en el Documento CONPES 3918 de 2018.

En este sentido, en el Plan Nacional de Desarrollo se encuentran los aspectos relacionados con el emprendimiento, formalización y productividad, además los objetivos son claros con respecto al impulso de los diferentes emprendimientos colombianos, que a través de beneficios y la disminución de costos, permiten la formalización de micro, pequeñas y medianas empresas; por otra parte, es importante resaltar que los indicadores

presentes en Colombia, evidencian que solo 9 de cada 100 emprendedores colombianos logran consolidarse en este sector (Global Entrepreneurship Monitor. 2017).

Ahora bien, a continuación, en la Tabla 1. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, se presentan los aspectos más importantes a considerar en la investigación:

Tabla 1. Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022.

	Retos	Estrategias
Pacto por el emprendimiento, la formalización y la productividad	Aumentar la cultura de inversión en el emprendimiento.	Acompañamiento de emprendimientos para aumentar su probabilidad de éxito.
	Promover el crecimiento de emprendimientos jóvenes para consolidarse en el mercado	Diseñar e implementar una política nacional de emprendimiento para facilitar el acceso a los servicios.
	Facilitar la apertura de empresas y emprendimientos, agilizando los procesos y abaratando sus costos.	Facilidad para obtener RUT, Registro Mercantil y Seguridad Social.
	Reducir los costos de registro de creación de empresas	Reforma a la tarifa de registro mercantil que disminuya el costo de formalizarse para las micro, pequeñas y medianas empresas.
	Mejorar el acceso al financiamiento empresarial	Mejoramiento en el acceso de pequeñas empresas al microcrédito y fortalecimiento de instrumentos de financiamiento de operación empresarial.

Nota. En la Tabla anterior se aprecia las políticas públicas en el marco del emprendimiento, formalización y productividad, establecidas en el plan Nacional de desarrollo de Colombia (2018 – 2022).

De acuerdo con lo anterior, se evidencian las iniciativas propuestas desde el gobierno nacional, con el fin de impulsar los emprendimientos, sin embargo, no se percibe el apoyo de manera directa a la mujer, puesto que son normativas reguladas para la población en general, es importante que desde el plan de desarrollo nacional se incentive la vocación de mujeres emprendedoras, incluyendo la creación de programas específicos, oportunidades de capacitación

y entrenamiento y asimismo, mejoras financieras, con el propósito de que sean partícipes en la economía local y aumenten su poder de compras específicamente en el sector turismo, el cual ha tenido mayor auge con al pasar de los años, estableciéndose en un turismo sostenible para el desarrollo de la sociedad, así se plantea en el Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022), el turismo contribuye a mejorar los indicadores de competitividad de Colombia bajo principios de sostenibilidad, responsabilidad y calidad, incentivando la igualdad de género y eliminando la discriminación y la desigualdad de oportunidades.

Por su parte, el Plan de Desarrollo Sucre Diferente 2020-2023, articulado por una serie de programas para cada sector y actividad, establece líneas estratégicas que permiten impulsar la competitividad en el departamento, interviniendo en los factores de inclusión social y paz, productividad, innovación y competitividad, conectividad e integración, buen gobierno y finalmente, naturaleza, vida y sostenibilidad. Por esto en Sucre, identificando los programas números 44 y 45, se observa en la siguiente Tabla las políticas públicas establecidas para impulsar el emprendimiento y el sector turismo, desde el plan de desarrollo departamental (Tabla 2 Plan de Desarrollo Departamental Sucre 2020-2023)

Tabla 2. *Plan de Desarrollo Departamental Sucre 2020-2023.*

Programa 44	
Sucre innovador para el emprendimiento y desarrollo empresarial	
Objetivo	Indicadores de producto
Construcción de ruta de emprendimiento e innovación para el fomento del desarrollo empresarial	Emprendimientos con enfoque de género asistidos mediante ruta interinstitucional “Red Regional de Emprendimiento” en el departamento de Sucre.
	Rutas interinstitucionales de emprendimiento construidas en el departamento de Sucre.
	Emprendimientos asistidos mediante ruta interinstitucional.
	Empresarios vinculados al Fondo Microempresarial en la subregión del Golfo de Morrosquillo.
	Eventos de promoción para el impulso de emprendimientos de jóvenes realizados en el departamento de Sucre.

Programa 44	
Sucre innovador para el emprendimiento y desarrollo empresarial	
Objetivo	Indicadores de producto
Programa 45	
Sucre, destino turístico sostenible y competitivo	
Objetivo	Indicadores de producto
Proponer un desarrollo turístico incluyente en el marco del turismo sostenible.	Prestadores de servicios turísticos y organizaciones vinculados a la oferta de turismo.
	Ferias y eventos de promoción turística con participación del destino Sucre.

Nota. En la Tabla anterior se aprecia las políticas públicas en el marco del emprendimiento y el desarrollo turístico, establecidas en el plan de desarrollo de Sucre.

Con relación al plan de desarrollo departamental de Sucre, este plantea las acciones que deben tomarse con las mujeres, es fundamental que el emprendimiento sea impulsado por los diferentes entes gubernamentales trabajando en pro de lograr un beneficio social. Se evidencia además como desde el sector turismo también existen mecanismo para la promoción de estos negocios que pueden ser promovidos como un destino turístico.

Según el análisis realizado a los planes de desarrollo a nivel local, el sector turístico es una de las principales fuentes de ingresos de varias regiones, como es el caso de Tolú. Sin embargo, se debe analizar que políticas públicas están establecidas para fomentar el emprendimiento femenino en este municipio, tal como se aprecia en la Tabla 3 Plan de Desarrollo Territorial de Tolú 2020-2023 “Sucre al servicio de la gente” en el periodo de gobierno 2020-2023.

En referencia a la Tabla 3, se evidencia que Tolú cuenta con políticas que acogen a las mujeres como pilares fundamentales del desarrollo de la región, con el propósito de promover e incentivar los diferentes tipos de negocios, mediante programas tales como: *Tolú para la equidad de mujeres protagonistas del desarrollo*, el cual tiene como finalidad promover los derechos de todas las mujeres de este municipio, a través del empoderamiento y el reconocer a la mujer como fundamento del desarrollo territorial. El otro programa, *Tolú para la juventud por un sector estratégico*, busca garantizar la atención integral y dar participación a las políticas para el reconocimiento de las ideas de los jóvenes de la comunidad, mediante la vinculación a proyectos de emprendimientos que muestren el talento de estos jóvenes. De la misma manera, se encuentra al sector turismo como uno de los actores principales de la economía de este municipio, puesto que de acuerdo con datos del Plan Nacional Territorial (2020 – 2023), genera puestos de trabajo

en el área de servicios, impulsando en este sentido el crecimiento y desarrollo de todos los actores asociados a esta actividad.

Tabla 3. Plan de Desarrollo Territorial de Tolú 2020-2023.

Línea Estratégica 1: Santiago de Tolú al servicio de lo social			
Sector estratégico	Programas	Productos	Indicador
Tolú con inclusión social al servicio de la gente	Tolú para la equidad de mujeres protagonistas de desarrollo	Política Pública de mujeres	Política Pública municipal para las mujeres establecida y acogida.
		Creación para la oficina de la mujer para la atención y garantía de derechos	Oficina de la mujer creada
		Atención y apoyo de mujeres víctimas de hechos de violencia en su contra	Espacios para la atención de mujeres víctimas de violencia
		Programas para generar ingresos dirigidos principalmente a madres cabeza de familia	Proyectos de emprendimiento formulados para inclusión productiva de mujeres cabeza de familia
	Tolú, para la juventud	Política Pública para las juventudes	Política Pública municipal para la juventud establecida
		Servicio de protección laboral al joven trabajador	Estrategia para la implementación y territorialización de la política pública del joven trabajador desarrollada
		Promoción de la atención integral a los jóvenes	Feria de servicios realizadas

Nota. En la Tabla anterior se aprecia las políticas públicas en el marco de la inclusión social, considerando la equidad de mujeres protagonistas de desarrollo y la juventud, establecidas en el plan de desarrollo de Tolú.

En este sentido, al considerar las dinámicas y tendencias actuales de la normatividad colombiana, es fundamental identificar el alcance de las políticas y acciones necesarias que permitan mejorar la calidad en cuanto a programas ofrecidos por el Gobierno para el impulso de los emprendimientos, donde se garantice los derechos, sociales, ambientales, culturales y económicos de las personas y, asimismo de los sectores del territorio. A pesar de los esfuerzos realizados para promover la igualdad de género en el sector, las mujeres aún enfrentan barreras significativas para el acceso a recursos y oportunidades de negocio, sin embargo, se han delineado políticas públicas que buscan fomentar el emprendimiento, pero carecen de enfoque y efectividad; por tanto, se deben diseñar políticas integrales que proporcionen el financiamiento y capacitación para las mujeres emprendedoras, y promueva prácticas turísticas sostenibles, con redes de apoyo que faciliten el intercambio de información y recursos.

Metodología del estudio

La investigación está sustentada en un diseño de tipo documental, tomando como referencia el autor (Lindlof, 1995) citado por Bobadilla *et al.* 2014, plantea que este diseño de investigación puede ser esencial en cualquier tipo de proyectos, ya que ayuda a entender los acontecimientos históricos, espaciales y temporales de un estudio, asimismo, puede ser una técnica para el estudio de diversos escenarios que rodean una problemática, con el propósito de detectar estrategias. De la misma manera varios autores han estudiado este tipo de análisis, como Morales, O. (2003), quien establece con base en el estudio de autores, que es un procedimiento científico donde interviene la indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de la información.

La investigación es de tipo analítica, con diseño documental de carácter hermenéutico interpretativo debido a que se realizó una revisión de la literatura en fuentes de datos bibliográficas, hemerográficas, de archivo, estadísticas, iconográficas, video gráficas y audio gráficas datos oficiales, índices nacionales e internacionales. Asimismo, datos oficiales, tales como el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), Plan de Desarrollo de nacional, departamental y municipal, bases de datos como Redalyc, Scopus, Scielo, entre otras; donde se analizó cada Artículo de acuerdo a las variables que intervienen en la investigación, como lo es el sector turismo, emprendimiento femenino, y políticas públicas.

Es importante resaltar que se implementó un diseño no experimental, dado que los datos hallados no fueron manipulados, por el contrario, fueron el sustento para articular los resultados de la revisión.

Análisis de resultados

Con el fin de articular los resultados obtenidos de la revisión analítica literaria se presenta una Tabla (Tabla No.4 Políticas de los Planes de Desarrollo) que desglosa las políticas establecidas por cada plan de desarrollo, es importante resaltar que estos hallazgos responden a nuestro objeto de análisis, el cual nos lleva a preguntar: ¿Cuál es el alcance de las políticas establecidas por los planes de desarrollo orientadas al sector turismo para el fomento de los emprendimientos femeninos en Tolú? Por tanto se presentan las políticas existentes y las que hacen referencia a estas variables de estudio.

Tabla 4. *Políticas de los planes de desarrollo.*

Políticas de los Planes de Desarrollo		
Nacional	Departamental (Sucre)	Territorial (Tolú)
Emprendimiento		
Cultura de inversión en el emprendimiento.	Emprendimientos con enfoque de género.	Política pública para las mujeres.
Fomento en jóvenes.	Rutas interinstitucionales de emprendimiento.	Oficina de la mujer para la atención.
Fácil acceso de apertura a las empresas.	Emprendimiento asistido mediante ruta interinstitucional.	Apoyo a mujeres víctimas de conflicto.
Reducción de costos para la formalización de empresas.	Empresarios vinculados al fondo microempresarial.	Programas para la generación de ingresos a madres cabeza de familia.
Acceso al financiamiento empresarial.	Promoción para el emprendimiento.	Protección laboral a los jóvenes.
		Promoción de atención integral.

Políticas de los Planes de Desarrollo		
Nacional	Departamental (Sucre)	Territorial (Tolú)
Turismo		
Fortalecimiento para el turismo y la gestión de recursos.	Prestación de servicios turístico vinculados a la oferta turística.	Apoyo financiero para crear valor agregado a los productos.
Fortalecimiento de procesos de gestión e innovación de desarrollo sostenible.	Promoción turística en eventos y ferias.	Asistencia técnica y acompañamiento productivo y empresarial.
Fortalecimiento de la innovación y el desarrollo empresarial en el sector.		

Nota: En la Tabla anterior se aprecia las políticas públicas en el marco de los planes de desarrollo, enmarcadas en el emprendimiento femenino y el turismo.

De acuerdo con la Tabla 4, es fundamental resaltar la existencia de políticas para el sector emprendimiento, así como para el turismo, especialmente diseñadas para el impulso y vinculación de los jóvenes, dando un enfoque a la mujer. Ahora bien, las políticas públicas son una herramienta fundamental para fomentar el emprendimiento femenino en Tolú. Estas políticas deben abordar las necesidades únicas de las mujeres empresarias en la industria del turismo, contribuyendo a suplir sus necesidades, las cuales incluyen un acceso igualitario a los recursos financieros. Esto es especialmente importante para los sectores en los que el capital es crucial para crecer. Las mujeres también necesitan ayuda para tener acceso a los mercados de consumo. Esto se debe a los estereotipos arraigados de género.

En este sentido se evidencia, como desde los planes de desarrollo se formulan acciones para fortalecer los programas y crecimiento de la mujer en los sectores de la economía, mediante el fomento de la creación de micro, pequeñas y medianas empresas desde el sector turismo, el plan de desarrollo Tolú al servicio de la gente tiene diseñado diversos programas con la finalidad de abarcar las problemáticas que se tienen, ya que el sector turístico ofrece una gran oportunidad para fomentar el emprendimiento femenino y reducir la brecha de género en la economía. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por promover la igualdad de género en el sector, las mujeres aún enfrentan barreras significativas para el acceso a recursos y oportunidades de negocio.

Conclusiones

El sector turístico es una de las principales fuentes de ingresos para muchas regiones del mundo, y Tolú no es la excepción. Sin embargo, es importante destacar que el emprendimiento femenino en este sector aún no se encuentra en su máximo potencial. Por lo tanto, se deben implementar políticas públicas orientadas a fomentar el emprendimiento femenino en el sector turístico en Tolú.

Las políticas públicas orientadas al sector turismo a menudo no abordan los desafíos específicos que enfrentan las mujeres emprendedoras en la industria. A menudo hay barreras culturales y de género que dificultan que las mujeres accedan a financiamiento y capacitación necesarios para establecer y hacer crecer un negocio turístico. Además, la falta de apoyo para prácticas turísticas sostenibles y responsables puede limitar la capacidad de las mujeres para competir en el mercado. Por lo tanto, es fundamental que las políticas públicas adopten un enfoque de género y promuevan la igualdad de oportunidades para las mujeres emprendedoras en el sector turismo.

En este orden de ideas, es primordial establecer políticas integrales que proporcionen financiamiento y capacitación para las mujeres emprendedoras, promueva prácticas turísticas sostenibles y cree redes de apoyo que faciliten el intercambio de información y recursos. Con el propósito de afianzar las políticas existentes, se recomienda implementar las siguientes:

1. Implementar estrategias para promover la igualdad de género y eliminar la discriminación y la desigualdad de oportunidades.
2. Crear programas de promoción turística, los cuales sean accesibles a las mujeres locales, para tener una participación equitativa en el sector. Así como programas de capacitación y formación para mujeres emprendedoras, los cuales pueden ser cursos de gestión empresarial, marketing, servicio al cliente, entre otros.
3. Establecer una política pública para promover el emprendimiento femenino en Tolú, otorgando los mismos recursos y oportunidades a hombres y mujeres.
4. Crear incentivos fiscales y financieros para las mujeres emprendedoras del sector turismo como préstamos a una tasa de interés asequible o subsidios por parte del gobierno.
5. Establecer alianzas estratégicas entre el sector público y privado para fomentar el emprendimiento femenino en el sector turístico.

Las estrategias anteriores son herramientas que pueden ser utilizadas para fortalecer las establecidas en los planes de desarrollo, realizando un enfoque mucho más profundo a la participación de la mujer en los mercados, sin duda alguna el apoyo de la sociedad

también es esencial para promover el emprendimiento, es importante que desde los gobiernos se visualicen en crear políticas públicas con el propósito de mitigar impactos desfavorables para la comunidad, por tanto se debe articular los sectores público y privado, con el propósito de lograr un objetivo en común.

Referencias

- Aguilera-Díaz, M. M., Bernal-Mattos, C., & Quintero-Puentes, P. (2006). Turismo y desarrollo en el Caribe colombiano. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No. 79.
- Alcaldía de Santiago de Tolú. (2020). Plan de Desarrollo Territorial. Tolú al servicio de la gente 2020 – 2023.
- Alvarado Lagunas, E., Morales Ramírez, D., & Ortiz Rodríguez, J. (2021). Emprendimiento de nanoempresas en el empoderamiento de mujeres neolonesas. *Revista mexicana de sociología*, 83(4), 863-895.
- Amézquita, L., & Tamanini, M. (2015). Mujeres emprendedoras en Colombia ¿una cuestión de género? In XI Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- Bravo, A., Gallo, J., Sanchez, L., Pardo, Luis., & Rivera, F. Política de Turismo Sostenible. Ministerio de Comercio. Recuperado de <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mincit.gov.co/minturismo/calidad-y-desarrollo-sostenible/politicas-del-sector-turismo/politica-de-turismo-sostenible/documento-de-politica-politica-de-turismo-sostenib.aspx>
- Burnett, D. 2000. The Supply of Entrepreneurship and Economic Development. Founder Technopreneurial.com. Disponible en www.technopreneurial.com/articles/ed.asp.
- Cámara de comercio de Sincelejo (2020). Estudio de caracterización del Municipio de Santiago de Tolú – Departamento de Sucre.
- Castillo, A. (1999). Estado del arte en la enseñanza del emprendimiento. Emprendedores como creadores de riqueza y desarrollo regional.
- Congreso de Colombia. (2020). Por medio del cual se impulsa el emprendimiento en Colombia. Ley N° 2069 de 31 diciembre 2020.
- De Planeación, S. (2022). Guía para la formulación e implementación de políticas públicas del Distrito Capital.
- Departamento Nacional de Planeación (2020). Fichas de caracterización territorial. Santiago de Tolú, Sucre. TerriData.
- Departamento Nacional de Planeación. (2010). Documento regional para promover el desarrollo sostenible del Golfo de Morrosquillo, Islas de San Bernardo e Isla Fuerte.
- Díaz Pérez, Á., & Silva Niño, A. C. (2017). Retos de las políticas públicas para el fomento del emprendimiento femenino en Colombia. *Reflexión Política*, 19(38), 42-57.

- Formichella, M. (2004). El concepto de emprendimiento y su relación con la educación, el empleo y el desarrollo local. Buenos Aires, Argentina.
- García, M. L. S., Aguirre, N. D. L. L. B., & Rojas, K. G. V. (2022). Análisis y Evolución del Emprendimiento Femenino en Latinoamérica. RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática, 1-29.
- Gobernación de Sucre. (2009). Inventario de atractivos y servicios turísticos del Departamento de Sucre. Vive Colombia.
- Gobernación de Sucre. (2020). Plan Departamental de Desarrollo de Sucre 2020 – 2023 “Sucre Diferente”.
- Hernández, D. Empoderamiento de la mujer colombiana por intermedio de la internacionalización de emprendimientos (Master's thesis, Universidad de La Sabana).
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México, D.F: Mc Graw Hill.
- Herrera, C. (2012). Una investigación en emprendimiento: Caracterización del emprendedor. *Económicas*, 33(1), 191-204. Obtenido de https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/194/pdf_36
- Mamani, W. (2016). Entender el turismo: Glosario básico OMT.
- Marulanda, F, Montoya, I., & Vélez, J. (2014). Teorías motivacionales en el estudio del emprendimiento. *Pensamiento y Gestión* (36), 204-236. Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/6711>
- Marulanda, F, Montoya, I., & Vélez, J.). (2014). Aportes teóricos y empíricos al estudio del emprendido. *Cuadernos de Administración*, 30(51), 3. Obtenido de http://revistas.univalle.edu.co/index.php/cuadernos_de_administracion/article/view/4679
- Mazaro, R. M., & Varzin, G. (2008). Modelos de Competitividad para Destinos Turísticos en el Marco de la Sostenibilidad.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2022). Oficina de Estudios Económicos. Perfil de Colombia.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Guía turística Sucre Colombia. Vivecolombia.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Plan Sectorial de Turismo (2018 – 2022). Recuperado de: <http://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=2ca4ebd7-1acd-44f9-9978-4c826bab5013>
- Ministerio de Industria y Turismo (2016). Política de calidad turística.
- Morales, O. (2003). Fundamentos de la investigación documental y la monografía. *Manual para la elaboración y presentación de la monografía*. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes, 1-14.
- Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

- Organización Mundial de Turismo (2022). El turismo en la agenda 2030. Aprovechar los beneficios del turismo será clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible y llevar a la práctica la agenda de desarrollo posterior a 2015.
- Organización Mundial del Turismo (2008). Introducción al Turismo.
- Organización Mundial del Turismo y Organización de los Estados Americanos (2018), El turismo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible – Buenas prácticas en las Américas, OMT, Madrid. DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284419937>.
- Oscar Alberto Morales, Fundamentos de la Investigación Documental y la Monografía. En Manual para la elaboración y presentación de la monografía (Norelkys Espinoza y Ángel Rincón, Editores). Mérida, Venezuela: Grupo Multidisciplinario de Investigación en Odontología, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes. 2003. pp.20
- Plan Nacional de Desarrollo (2020 – 2023). Hacia un pacto por Colombia, con Legalidad, Emprendimiento y Equidad para todos.
- Rodríguez Ramírez, A. (2009). Nuevas perspectivas para entender el emprendimiento empresarial. *Pensamiento & gestión*, (26), 94-119.
- Rodríguez, A. (2010). New perspectives for understanding business entrepreneurship. *Pensamiento y Gestión* (26), 94-119, Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/864>
- Serrano, A. M., Restrepo, L. A. M., & Garrido, I. V. C. (2018). Análisis de la sostenibilidad y competitividad turística en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 21(1), 99-109.
- Tancara, C. (1993). La investigación documental. *Temas sociales*, (17), 91-106.
- Varela, R., Arango, C. (2022). Actividad emprendedora: Colombia un país en reactivación: 2021-2022. Cali: Editorial Universidad Icesi.
- Villarraga, E. (2017). Sistema de indicadores de turismo sostenible para los municipios Tolú y Coveñas, Departamento de Sucre.

Mínimos del PNA de empresas y DD.HH. como garantía del trabajo decente en Colombia

Minimum of Companies PNA and Human Rights as a Guarantee of Decent Work in Colombia

Ana Lucía Rivera Betin¹, Berónica Narváez Mercado²

Resumen

Considerando el contexto colombiano como uno de los pioneros en la región en desarrollar un instrumento que brinda a la sociedad civil acceso a mecanismos de protección y reparación de los Derechos Humanos relacionados con la actividad empresarial, en línea con los principios rectores de las Naciones Unidas y con el objetivo de abordar las brechas de desigualdad, se concibió este proyecto. El objetivo principal fue el de estudiar el Plan Nacional de Acción (PNA) como herramienta para fortalecer los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), centrándonos específicamente en el ODS 8: Trabajo Decente. El enfoque se dirigió hacia la lucha contra la desigualdad salarial por género, la reducción del desempleo juvenil, la eliminación del trabajo infantil en todas sus formas, la formalización de la economía informal, así como el fomento de emprendimientos, microempresas y pequeñas y medianas empresas. A través de la aplicación de una investigación de tipo jurídica, con un enfoque cualitativo, siguiendo el método de investigación hermenéutico, a través de fuentes secundarias que arrojaron como resultado la conceptualización de las palabras clave, su caracterización en el marco del ordenamiento jurídico y, finalmente, el estudio del caso colombiano, lo que permitió concluir que el Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos juega un papel importante en la promoción del Trabajo Decente en Colombia, debido a que está basado en los Principios Rectores de las Naciones Unidas sobre empresas y Derechos Humanos.

1 Abogada titulada de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Investigadora en la Beca-Pasantía del Proyecto Jóvenes Investigadores de Sucre 2022. Abogada Junior en la firma ER Firma de Abogados y Asociados S.A.S. Correo: ana.riverab@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4885-9653>

2 Doctora en Derecho de la Universidad Libre de Colombia. Magister en Administración y Derecho Empresarial (MBA). Especialista en Gestión de Proyectos (GBSS). Abogada. Docente Universitaria de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Investigadora Asociada en Minciencias. Coordinadora del Grupo de Trabajo Lex Mercatoria y Derechos Humanos de CLACSO. Correo: beronica.narvaez@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4161-9275>

Palabras clave: Plan Nacional de Acción, Empresas, Derechos Humanos y Trabajo Decente.

Abstract

Considering the Colombian context as one of the pioneers in the region in developing an instrument that provides civil society with access to mechanisms for the protection and reparation of human rights related to business activity, in line with the guiding principles of the United Nations and with the aim of addressing inequality gaps, this project was conceived. The main objective was to study the National Action Plan (PNA) as a tool to strengthen the Sustainable Development Goals (SDG), focusing specifically on SDG 8: Decent Work. The focus was directed towards the fight against wage inequality by gender, the reduction of youth unemployment, the elimination of child labor in all its forms, the formalization of the informal economy, as well as the promotion of entrepreneurship, micro, small and medium-sized enterprises. Through the application of a legal investigation, with a qualitative approach, following the hermeneutical research method, through secondary sources that resulted in the conceptualization of the keywords, their characterization within the framework of the legal system and, finally, the study of the Colombian case, which allowed us to conclude that the National Action Plan for Business and Human Rights plays an important role in promoting decent work in Colombia, since it is based on the United Nations Guiding Principles on business and human rights.

Keywords: National Plan of Action, Companies, Human Rights and Decent Work.

Introducción

Al mismo ritmo de las transformaciones económicas, han surgido nuevas formas de precariedad laboral en las que se ven implicadas principalmente las empresas multinacionales, como contribuyentes a la vulneración de los Derechos de los trabajadores mediante estrategias más o menos sutiles, que merecen ser supervisadas con atención; esto es, mediante modelos de contratación como: la tercerización o subcontratación, porque pueden estar siendo usadas con la finalidad de evadir las responsabilidades de un contrato laboral, poniendo en riesgo las condiciones de seguridad y estabilidad de una verdadera relación laboral. Es por ello, que en el año 1999, en el marco de la octogésima séptima (87ª) Conferencia Internacional del Trabajo de Ginebra, presidida por la Organización Internacional del Trabajo, OIT, se extendió al concepto del trabajo el componente de que debe ser realizado en condiciones de dignidad humana, en los siguientes términos expuestos por la OIT (1990): “trabajo productivo en condiciones

de libertad, equidad, seguridad y dignidad, en el cual los derechos son protegidos y que cuenta con remuneración adecuada y protección social” (OIT, Trabajo decente, p. 15).

A raíz de los casos internacionales, como El desastre de Bhopal, que tuvo lugar en India en el año 1984, y consistió en una fuga de gas tóxico en una planta de pesticidas propiedad de la empresa Union Carbide en Bhopal, y como consecuencia mató a miles de personas y causó daños a largo plazo en la salud de muchas más, Union Carbide se enfrentó a demandas por valor de miles de millones de dólares por daños y perjuicios, pero nunca asumió plena responsabilidad por el desastre. Por otro lado, está el caso de Nike: en la década de 1990 se hizo público que los trabajadores de sus fábricas en Asia trabajaban largas horas, percibían salarios bajos y estaban sujetos a condiciones de trabajo peligrosas. Por su parte, Colombia no ha sido ajena a las controversias por vulneración de Derechos Humanos de sus empleados, debido a que se conoció que los trabajadores de las plantas embotelladoras de Coca-Cola fueron asesinados por grupos paramilitares debido a su activismo laboral. Dado el contexto presentado, la ocurrencia de estos acontecimientos es el punto de partida para que desde Naciones Unidas se abriera paso a la discusión sobre el reconocimiento de las empresas como actores de violación de Derechos Humanos y esta responsabilidad se ampliara más allá de los Estados.

En consideración a lo anterior, Cárdenas Rivera, M. E. (2020) plantea que “la contradicción entre el capitalismo actual y los Derechos Humanos es un tema muy debatido en el ámbito jurídico debido a su significado histórico y contenido social”. La eficacia jurídica de los Derechos Humanos también es cuestionada en este contexto. Considerando que los Derechos Humanos son fundamentales para garantizar la satisfacción de las necesidades humanas, incluyendo los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, y son esenciales para la realización personal y social del ser humano, en este contexto, en la presente investigación se plantea como pregunta problema: ¿Cumple el Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos con los mínimos planteados para garantizar el Trabajo Decente, en el marco del ordenamiento jurídico colombiano?

Y, con el fin de dar respuesta a esta pregunta problema, se formula como objetivo general el analizar los mínimos del Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos como garantía del Trabajo Decente, en el marco del ordenamiento jurídico colombiano, desarrollados a través de los objetivos específicos: 1. Realizar el rastreo de investigaciones previas a través del estado del arte 2. Conceptualizar Plan Nacional de Acción, Empresas, Derechos Humanos y Trabajo Decente; 3. Caracterizar el Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos y el Trabajo Decente en el marco jurídico colombiano.

Metodología

El presente trabajo de investigación se basa en la realización de un análisis teórico de carácter jurídico, en el que se empleó el método hermenéutico con el fin identificar patrones y establecer conclusiones entre las variables del objeto de investigación. Para su desarrollo se optó por aplicar un enfoque de investigación cualitativo. Para abordar la pregunta de investigación y alcanzar los objetivos planteados, fue necesario realizar un proceso de recopilación, revisión y análisis de fuentes de información secundaria. Estas fuentes incluyeron material bibliográfico de doctrina actualizada relacionada con el tema de investigación, artículos científicos relevantes y legislación pertinente en torno al Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos como Garantía del Trabajo Decente.

Para llevar a cabo este proceso, se utilizó la técnica de análisis documental, que implicó examinar detenidamente los documentos recopilados. Además, se emplearon fichas de análisis de texto como instrumento para estructurar y organizar la información obtenida.

Estado del arte

Se realizó un rastreo a través de los repositorios de trabajos de grado de universidades, teniendo como referencia los conceptos de Plan Nacional de Acción de Empresa, Derecho Humanos y Trabajo Decente. Se puede afirmar que luego de una búsqueda minuciosa a nivel institucional, encontramos que en la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR no existen trabajos de investigación similares, que articulen todos los conceptos mencionados o alguno de ellos, por lo cual este trabajo resulta novedoso para la institución. De igual forma, al realizar el rastreo en los repositorios de las facultades de Derecho del Departamento de Sucre no fueron encontrados trabajos similares, así como en las universidades de la Región Caribe.

Sin embargo, de la exploración realizada a nivel nacional, a pesar de que no fueron encontrados trabajos que relacionen todas las categorías de análisis del presente estudio, fueron hallados trabajos que trataron algunas de ellas, de los cuales se destacan los siguientes: la Universidad de los Andes, en la investigación titulada *Observar el derecho, análisis del régimen de empresas y Derechos Humanos en Colombia*, del autor Pedraza, presenta “la importancia de la labor mercantil y empresarial en materia de protección y respeto de Derechos Humanos, pero con la gran diferencia de que no se relaciona con el Plan Nacional de Acción de Empresas y se limita a estudiar desde los principios obligatorios a nivel supranacional” (Pedraza, C., 2022). Por otro lado, de la Universidad Pontificia Javeriana se halló el trabajo titulado *Hacia una implementación de lineamientos sobre inversión extranjera atentos a los principios rectores sobre empresa y Derechos Humanos*

en el Plan Nacional de Acción Colombia avanza: Análisis de los tratados de inversión celebrados por Colombia desde el deber del Estado de proteger y sus implicaciones para la adecuación del Plan Nacional de Acción, el cual, coincide con la investigación respecto al estudio del Plan de Acción, que “profundiza y enlaza el rol del Plan Nacional de Acción de Empresa con un sector productivo en específico del país, en este caso el sector agroindustrial y agropecuario” (Peña, N. & Amaya, P. A, 2016),.

Otro trabajo de investigación hallado, luego de la exploración bibliográfica realizada en la misma Universidad, es titulada *Seguridad y salud en el trabajo como mecanismo de protección al Trabajo Decente*, la cual centra su análisis en “la definición del marco teórico legal y legal de la seguridad social con el propósito de garantizar el trabajo digno” (Jiménez, I. C. 2020). Sin embargo, no trata el tema del Plan Nacional de Acción de Empresa ni Derechos Humanos en Colombia. Mientras, en la Universidad la Gran Colombia, se realizó la investigación titulada *Plan Nacional de Acción en Derechos Humanos, medio ambiente y empresa: ¿Cómo va la fase de implementación?* En ella:

Se pretende encontrar la relación entre lo exigido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), siguiendo con especial referencia las directrices IV y VI planteadas en las Líneas Directrices de la OCDE para Empresas Multinacionales y los planes de desarrollo realizados por Colombia en ese aspecto (Díaz, S. E. 2018)

Se encuentran semejanzas con esta investigación, en el sentido que se revisa la estructura del Plan Nacional de Acción y su relación con los Derechos Humanos y la Empresa, pero a diferencia del presente estudio, no aterriza en el estudio de la importancia de dicho plan para asegurar el Trabajo Decente en Colombia. Por último, en la Universidad Pontificia Javeriana, la investigación *Las empresas y su responsabilidad internacional respecto de los Derechos Humanos en el marco de las relaciones laborales ¿Hacia la subjetividad jurídica internacional de las empresas?*, la cual, plantea “los mecanismos internacionales existentes para proteger los Derechos Humanos de los trabajadores frente a las empresas” (Clavijo, C & Pérez, M. 2022), esta investigación, a pesar de contar con categorías como empresa y Derechos Humanos, los cuales son objeto de análisis de la presente investigación, no se relacionan con el Plan Nacional de Acción de Empresa, componente esencial del presente estudio.

Ahora bien, una vez revisadas las investigaciones relacionadas con la temática del presente trabajo, se da paso al resultado de la búsqueda de investigaciones en el ámbito internacional que comparten contenido semejante con la investigación planteada, entre las que se encuentran las siguientes: En España, en la Universidad de Navarra, la investigación titulada *Planes de Acción Nacional sobre empresas y Derechos Humanos: la imperiosa complementariedad con normas vinculantes: Referencia al plan español,*

comparte, en gran medida, relación con el trabajo en el sentido de que “se centra de igual manera al Plan Nacional de Acción de Empresa y Derechos Humanos colombiano, pero con la divergencia de la apuesta a estudiar a profundidad su impacto en la garantía de Trabajo Decente”. (Esteve-Moltó, J. E. 2018). Por otra parte, la Universidad Federal de Goiás de Brasil, en el trabajo denominado *Colombia y sus planes de acción sobre Derechos Humanos y empresas: lecciones para América Latina. Planos Nacionais de Ação e Políticas Públicas na América Latina sobre Direitos Humanos e Empresas*:

Resalta los antecedentes del país, indicando a Colombia como el primer país no europeo, desde el 2015 implementar políticas públicas, como una forma de construcción de diálogo entre el sector empresarial y los Derechos Humanos. No obstante, no se adentra a analizar su relación con la protección al Trabajo Decente (Teixeira Martins, A. G. *et al.* 2020)

A su vez, la Universidad Pontificia Católica del Perú, en la investigación sobre empresa y Derechos Humanos, titulada *La iniciativa de los principios voluntarios de seguridad y los Derechos Humanos*, “analiza el papel que cumple la empresa en el momento de garantizar los derechos de los trabajadores” (Cevallos, C. A. S. 2013), aunque no se adentra a estudiar el vínculo existente entre la empresa, con el Trabajo Decente como lo hace el presente trabajo. Igualmente, en la Universidad de Oviedo de España el trabajo llamado *Los Derechos Humanos en la Empresa*, guarda relación con la investigación, en el entendido de que, destaca:

La finalidad de los Derechos Humanos tanto a nivel internacional como a nivel local, sin perder su esencia y siempre propendiendo por la protección de los pueblos, pero no crea convergencia de ningún tipo con los elementos del Trabajo Decente y mucho menos con el Plan Nacional de Acción de Empresa y Derechos Humanos (García Herrero, H. 2014).

Por su parte la Universidad de Oviedo en España, en la investigación *Los Derechos Humanos en la Empresa*, señala que:

Una adecuada política de Responsabilidad Social Corporativa (RSC) es impensable hoy en día sin tener en cuenta los Derechos Humanos. Estos no son ajenos a la empresa, ya que tienen que ver con las obligaciones jurídicas y el compromiso ético que todos los agentes políticos, sociales y económicos, tienen con unos determinados valores universales. (Herrero, G. 2014)

Aunque la investigación abarca los elementos de principios rectores de las Naciones Unidas e involucra los Objetivos de Desarrollo del Milenio, no incluye entre sus variables el Trabajo Decente. Finalmente, se encontró en la Universidad Central del Ecuador la investigación ¿El Trabajo Decente y el crecimiento económico son una alternativa del desarrollo sostenible, para alcanzar el buen vivir en el Ecuador? que, se centra en

“examinar el Trabajo Decente como Objetivo 8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible como una condición existente dentro del país” (Villacis Aldaz, R. A., Zulca Navarrete, G. A. 2018). Sin embargo, a diferencia del trabajo, no contempla relación alguna con el Plan Nacional de Acción de Empresa y Derechos Humanos.

A partir de los referentes encontrados, se puede decir que no se han realizado trabajos de investigación desde el área de estudio del Derecho y Ciencias Políticas que contengan todas las características de Plan Nacional de Acción de Empresa, Derechos Humanos y Trabajo Decente. Por lo tanto, esta investigación puede considerarse integral dada la articulación que realiza de diferentes temas con el fin de determinar los Mínimos del Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos como garantía del Trabajo Decente en Colombia, durante los años 2020-2022.

El presente trabajo de investigación surge en atención a los Principios Rectores de las Naciones Unidas y estudio del Derecho aplicado en materia de Derechos Humanos, partiendo del contexto colombiano como uno de los países precursores a nivel regional en desarrollar un instrumento que permite a la sociedad civil acceder a mecanismos de protección y reparación de los Derechos Humanos en el marco de la actividad empresarial, en cumplimiento de los Principios Rectores de las Naciones Unidas y lograr impactar en el ejercicio y quehacer frente a las brechas de desigualdad.

El Sistema Nacional de Derechos Humanos, se ha enriquecido a través de la implementación temprana del Plan Nacional Acción de Empresas y Derechos Humanos (PNA), mejorando la articulación de entidades subnacionales como la Consejería para los Derechos Humanos y otras instituciones, vinculadas al acceso de la sociedad civil a la justicia. De este modo, la construcción del PNA ha rediseñado la política pública reforzando el papel del Estado como eje en la protección de los Derechos Humanos e incentivando el compromiso político de las empresas hacia el cuidado y respeto de estos. Aunque no son jurídicamente vinculantes, ello no equivale a decir que sean voluntarios, pues se soportan en un extenso cuerpo normativo nacional e internacional que, por definición, es de obligatorio cumplimiento para los Estados y las empresas. Aun así, su plena apropiación e implementación continúa enfrentado múltiples retos.

Por ende, se ha gestado el desarrollo del presente proyecto, planteando el estudio del PNA como instrumento para fortalecer los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el estudio del ODS 8: Trabajo Decente, dirigido a combatir la desigualdad salarial por razón de sexo, el desempleo entre los jóvenes, la eliminación de todas las formas de trabajo infantil, la formalización de la economía informal y los emprendimientos, las microempresas y las pequeñas y medianas empresas. Resultado de la preocupación del papel de la empresa en su relación con los DDHH que tiene como antecedente la década de 1970, que han determinado el fundamento de las políticas

públicas por parte de los estados en las Américas, para dar respuesta al problema de investigación enmarcado en que las iniciativas previas de la Organización de las Naciones Unidas y el Pacto Global no lograron alcanzar el consenso político requerido para conseguir el reconocimiento internacional; por el contrario, se polarizó el debate y se impidió su adopción formal, sin lograr ninguna norma internacional vinculante. Bajo este enfoque se han venido implementando de manera voluntaria los PNA a nivel global con una significativa participación en el valor agregado de la economía colombiana, en cumplimiento y fortalecimiento de los ODS.

Conceptualización de Plan Nacional de Acción, Empresas, Derechos Humanos Trabajo Decente

Plan Nacional de Acción

El Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos, de ahora en adelante PNA, fue creado como resultado de una serie de medidas elaboradas por las Naciones Unidas para fortalecer el impacto de los Derechos Humanos en las empresas debido al crecimiento de la industria y el aumento de la actividad económica en los países. Este Plan es definido como “un instrumento de política pública construido de manera participativa con empresas, organizaciones de la sociedad civil y el apoyo de la Comunidad Internacional, para garantizar el respeto a los Derechos Humanos en las actividades empresariales” (Consejería de Derechos Humanos, 2014). Teniendo en cuenta el contexto colombiano, la creación del Plan proporciona directrices puntuales para proteger y garantizar los derechos de los ciudadanos frente a las posibles vulneraciones dentro del marco del empleo.

Empresa

El concepto de empresa, para efectos de la investigación, se delimita de acuerdo con los autores citados, como:

Una entidad conformada básicamente por personas, aspiraciones, realizaciones, bienes materiales y capacidades técnicas y financieras; todo lo cual, le permite dedicarse a la producción y transformación de productos y/o la prestación de servicios para satisfacer necesidades y deseos existentes en la sociedad, con la finalidad de obtener una utilidad o beneficio (García del Junco & Casanueva Rocha, 2000)

Respecto a la empresa en Colombia, vale mencionar que esta se encuentra consagrada en el artículo 333 la Constitución Política de Colombia y es considerada “una

libertad, completamente diferente de los derechos fundamentales en el entendido de que no tiene el mismo alcance ni valor que los derechos inherentes a la persona” (Asamblea Nacional Constituyente, 1991, art 333), a los cuales la Constitución de manera expresa les ha reconocido su carácter de fundamentales, ubicándose en el Capítulo II del Título I de la Carta Política Colombiana. Cabe resaltar la Sentencia C- 620 del 9 de agosto del 2012 en la que la Corte Constitucional se pronuncia sobre la empresa en los siguientes términos:

La empresa es la base del desarrollo, fuente de empleo y de bienes y servicios para el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, por ello tiene una función social que implica obligaciones con sus trabajadores y con la sociedad, que exige el pago de salarios justos y el suministro de bienes y servicios que sean cuantitativa y cualitativamente aptos para el bienestar de los habitantes (Corte Constitucional, 2012)

Se observa, cómo en la sentencia antes citada, la Corte Constitucional colombiana relaciona los conceptos objeto de análisis en esta investigación, al resaltar la empresa como sujeto de obligaciones con la comunidad y empleados, lo que se traduce en el respeto de Derechos Humanos y el cumplimiento de directrices de orden nacional para su correcto funcionamiento.

Derechos Humanos

Desde la promulgación de la Declaración Universal de los Derechos Humanos se ha hecho todo lo posible por incorporar a éstos en todas las esferas en las que se desenvuelve la sociedad. Su influencia trasciende a un nivel que se hace impensable hablar de garantías y beneficios sin involucrarnos en la discusión. Las Naciones Unidas los definen como aquellos “... derechos inherentes a todos los seres humanos, sin distinción alguna de raza, sexo, nacionalidad, origen étnico, lengua, religión o cualquier otra condición” (Naciones Unidas, 1948), Es decir, desde el momento que nacemos, estos derechos nos acompañan durante toda nuestra vida y buscan brindarnos dignidad frente a las instituciones y el Estado. Por su parte, López- Franco (2015) indica que los Derechos Humanos son:

La capacidad ética de la humanidad para proteger, bajo el imperio de la Ley, las condiciones necesarias para la dignidad humana, que comprenden contemporáneamente el reconocimiento y ejercicio de los Derechos Humanos, y un marco de responsabilidad ante su eventual negación y violación.

Dilucidando que, a pesar de que la concepción de los Derechos Humanos tiene una visión lusnaturalista, estos serán protegidos, promovidos y exigidos por el conjunto de leyes que conforman la Rama Legislativa de los Estados. Desde la Rama Judicial, en

la Sentencia del 26 de octubre de 1992 la Corte Constitucional ha hecho referencia a los Derechos Humanos al exponer que los Derechos Humanos fundamentales que consagra la Constitución Política de 1991 son “los que pertenecen a toda persona en razón a su dignidad humana” (Corte Constitucional, 1992). De allí que se pueda afirmar que, tales derechos son inherentes al ser humano: es decir, los posee desde el mismo momento de su existencia -aún de su concepción- y son anteriores a la misma existencia del Estado, por lo que están por encima de él.

Fuerza concluir entonces, como lo ha venido sosteniendo esta Corte que el carácter fundamental de un derecho no depende de su ubicación dentro de un texto constitucional, sino que son fundamentales aquellos derechos inherentes a la persona humana. La fundamentación de un derecho no depende sólo de la naturaleza del derecho, sino que se deben considerar las circunstancias particulares del caso. La vida, la dignidad, la intimidad y la libertad son derechos fundamentales dado su carácter inalienable. Aquí se resalta el carácter de fundamental que la Corte hace énfasis en indicar, dada la transformación que éstos sufren tras ser positivizados por medio de su integración al sistema normativo.

Relación Empresa–Derechos Humanos

Se introduce a la empresa en el contexto de los Derechos Humanos, destacando que, debido a sus funciones y desempeño dentro de un país, en este caso Colombia, van ligados al cumplimiento de requisitos legales relacionados con su constitución, estructuración y demás; también se tiene que la existencia de la empresa está supeditada a que se otorguen a su cargo ciertas responsabilidades respecto a la diligencia de Derechos Humanos, las cuales las Naciones Unidas expone mediante la Resolución 17/4 de 2011 del Consejo de Derechos Humanos, reúne treinta y un principios, estructurados en tres pilares que disponen:

Los Estados tienen la obligación de proteger los Derechos Humanos de posibles impactos de terceros, incluidas las empresas.

Las empresas tienen la responsabilidad de respetar los Derechos Humanos, como “norma de conducta mundial” aplicable para todas las empresas y exigible.

Es necesario actuar de forma proactiva respecto a los riesgos e impactos que sufren las personas por causa de las actividades empresariales, y facilitar el acceso a remedio. (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, 2011).

Dichos Principios Rectores corresponden actualmente al derrotero a nivel mundial para todos los actores, especialmente los estados, las empresas y la sociedad civil, que de

manera directa o indirecta tienen obligaciones, responsabilidades y/o intereses legítimos en relación con la actividad comercial y empresarial.

Trabajo decente

Se tiene registro de que la definición de Trabajo Decente fue acuñada por la Organización Internacional del Trabajo OIT en el año 1999 al determinarlo como el “trabajo productivo en condiciones de libertad, equidad, seguridad y dignidad, en el cual los derechos son protegidos y que cuenta con remuneración adecuada y protección social” (OIT, 1999). De esta forma, la conceptualización de Trabajo Decente requiere el estudio de dos palabras que guardan relación con la lucha por los derechos laborales. En primer lugar, la palabra trabajo abarca el intercambio recíproco de la fuerza de trabajo, por parte del empleado a cambio de una retribución salarial por parte del empleador a través de un salario. Todo lo anterior consagrado por medio de un contrato laboral que asegura el correcto cumplimiento de las partes, así como las condiciones idóneas para el desempeño de las labores.

Por otro lado, el término *decente* comprende, desde una perspectiva de Derechos Humanos, la rectitud e integridad de las cosas y las personas. Promueve la existencia de mínimos básicos, los cuales permiten el desarrollo normal de lo que se quiere llevar a cabo. Según Ghai (2003), el concepto de Trabajo Decente se caracteriza por ciertos aspectos esenciales. En primer lugar, implica la posibilidad de elegir el trabajo libremente, sin discriminación basada en género, nacionalidad o raza. En segundo lugar, implica la implementación de medidas de protección para salvaguardar la salud de los trabajadores. En tercer lugar, implica la libertad de asociación y sindicalización, así como el acceso abierto a la negociación colectiva. En cuarto lugar, implica la existencia de un nivel mínimo de seguridad social. Y finalmente, implica garantizar la participación de los actores tripartitos y promover el diálogo social.

En este entendido, el Trabajo Decente reúne el cumplimiento y ajuste de condiciones de calidad y justas para hombres y mujeres bajo el respeto de los consensos sociales, producto de las diferentes manifestaciones y reclamos, para mejorar día a día la situación laboral a los que se ha llegado. Por tratarse de un término mayoritariamente doctrinal, hay una variedad de definiciones sobre el mismo. Sin embargo, se tiene que diferentes autores han convenido en destacar ciertos elementos que consideran unánimemente que el Trabajo Decente congrega y hacen parte de su esencia. Dichos elementos consisten, en primer lugar, las oportunidades de empleo e ingreso, segundo los derechos de los trabajadores, tercero la protección social y, por último, el diálogo social.

La relación entre los elementos del Trabajo Decente antes mencionados puede variar, ya sea de manera complementaria o antagónica, dependiendo de diferentes factores como

la legislación laboral, el sistema tributario, el nivel de desarrollo y el nivel de conflicto en las relaciones sociales de un país. Un componente primordial que se debe tener en cuenta al momento de estudiar el significado del Trabajo Decente es la equidad, la cual se presenta como la base de los planes de crecimiento económico de las naciones en el entendido de que la clave para que este se cumpla, se debe propender por más desarrollo e inclusión social, al igual que apostar por la generación de oportunidades. Es decir, que todas las personas puedan tener la posibilidad de acceder a empleos de calidad y que los trabajadores hagan parte de un proyecto que no se centra solamente en generar riquezas, sino que principalmente apunta a la consolidación de una sociedad de progreso.

Resulta importante resaltar que el Trabajo Decente es un tema que le concierne a toda la sociedad por tratarse de uno de los aspectos fundamentales de la sociedad, pues de este se deriva que gran parte de las opciones de progreso de la sociedad se lleven a término debido a la remuneración que reciben las personas les permite sostenerse económicamente, a la vez que les permite acceder a la realización de sus propósitos tales como obtener vivienda, educación superior, esparcimiento y demás. Es tal su trascendencia que, enmarca el correcto equilibrio en la buena vida laboral, siendo el Trabajo Decente aquel que garantiza condiciones justas y dignas para los trabajadores, promoviendo su bienestar físico, mental y social. Se trata de empleos que ofrecen salarios adecuados, protección social, seguridad en el empleo, igualdad de oportunidades, respeto a los derechos laborales y la posibilidad de participar en la toma de decisiones que afectan su vida laboral. El Trabajo Decente busca no solo satisfacer las necesidades básicas de los trabajadores y sus familias, sino también permitirles desarrollar su potencial, crecer profesionalmente y disfrutar de una vida plena en sociedad.

El Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos y el trabajo decente en el marco jurídico colombiano

En el presente trabajo investigativo se ven involucrados los conceptos de Plan Nacional de Acción de Empresa, los Derechos Humanos y el Trabajo Decente en los cuales necesariamente se debe establecer su alcance y ámbito de acción en el marco de la legislación colombiana. Prueba de ello es la adopción por parte del ordenamiento jurídico colombiano de la Resolución 17/4 de 2011 del Consejo de Derechos Humanos que contempla los Principios Rectores sobre las empresas y los Derechos Humanos: puesta en práctica del marco de las Naciones Unidas para “proteger, respetar y remediar” Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (2011). De igual forma, al ser el Plan Nacional de Acción de Empresa producto de un compromiso adquirido por Colombia, este debe ser implementado por medio de políticas públicas que tienen su origen en el Plan Nacional de Desarrollo, el cual se encuentra reglamentado en la Constitución Política de Colombia de 1991 en el artículo 339 del Título XII: Del

Régimen Económico y de la Hacienda Pública, Capítulo II: De los planes de desarrollo, que cita:

Artículo 339. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo conformado por una parte general y un plan de inversiones de las entidades públicas del orden nacional.

[...]

Las entidades territoriales elaborarán y adoptarán de manera concertada entre ellas y el gobierno nacional, planes de desarrollo, con el objeto de asegurar el uso eficiente de sus recursos y el desempeño adecuado de las funciones que les hayan sido asignadas por la Constitución y la ley. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

A nivel de legislación el Plan de Desarrollo está regido por la Ley 152 de 1994, por la cual se constituyó la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo. En ella se incluyen “disposiciones correspondientes a los principios generales de planeación, la definición de las autoridades e instancias nacionales de planeación y el procedimiento para la elaboración, aprobación, ejecución y evaluación del Plan Nacional de Desarrollo”. (Congreso de la República, 1994. Arts. 3, 4, 8 y 13). En lo concerniente a los Derechos Humanos, a partir de la Constitución Política se han positivizado los Derechos Humanos para convertirlos en Derechos Fundamentales. Estos se encuentran consignados a partir del artículo 11 hasta el 41, así como los artículos 44, 93 y 94 de la Carta Magna debido a la ratificación de los diferentes tratados y convenios internacionales por parte de Colombia en materia de Derechos Humanos, permitiendo la dignificación de las personas en todos los ámbitos de su vida. La jurisprudencia se pronuncia respecto a los Derechos Humanos a través de la Sentencia C-251 de 1997 de la Corte Constitucional indicando que:

Los Derechos Humanos incorporan la noción de que es deber de las autoridades asegurar, mediante prestaciones públicas, un mínimo de condiciones sociales materiales a todas las personas, idea de la cual surgen los llamados Derechos Humanos de segunda generación o derechos económicos, sociales y culturales (Corte Constitucional, 1997)

Lo que confirma, el compromiso que posee la institucionalidad colombiana con que se garanticen y protejan los Derechos humanos de los individuos y comunidades, así como se marca un derrotero respecto a la interpretación de las leyes, las cuales siempre deben ser vistas bajo la concordancia de estas con los Derechos Humanos. Con relación al Trabajo Decente, se tiene que se trata de un Objetivo de Desarrollo Sostenible, específicamente correspondiente al objetivo 8 de la Agenda 2030 de Naciones Unidas que apunta a promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el

empleo pleno y productivo y el Trabajo Decente para todos. Para lo cual, el documento CONPES 3918, plasma lo siguiente:

Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia, que se denomina como un conjunto de indicadores y metas para el seguimiento a la implementación de los ODS, sus respectivos responsables, el plan de fortalecimiento estadístico necesario para robustecer los sistemas de información, la estrategia de territorialización de los ODS y los lineamientos para la interlocución con actores no gubernamentales Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación–CONPES (2018).

Por lo que observa la implementación de acciones encaminadas a materializar propuestas que aseguren el cumplimiento de los objetivos y a su vez encargarse de que la administración local y nacional implemente sus proyectos desde el mismo punto de vista de los ODS. Finalmente, la empresa se encuentra contemplada en el artículo 333 de la Constitución Política colombiana, donde establece su importancia al enunciar que “la empresa, como base del desarrollo, tiene una función social que implica obligaciones” (Asamblea Nacional Constituyente, 1991). Igualmente, la Ley 590 del 10 de julio de 2000, también conocida como Ley MIPYME, consigna “la reglamentación de las empresas para la promoción de su creación y otras disposiciones” (Congreso de la República, 2000). En cuanto al Trabajo Decente, desde la Constitución Política de Colombia se observan los principios y las nociones de lo que se considera trabajo:

El artículo 1 indica que Colombia es un Estado Social de Derecho fundado en la dignidad humana y en el trabajo.

El artículo 25, contempla que el trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.

El artículo 53 observa que los trabajadores tengan derechos fundamentales como la igualdad de oportunidades, una remuneración mínima necesaria para su subsistencia, seguridad en el empleo, acceso a la seguridad social y reconocimiento de que la situación real prevalece sobre las formalidades establecidas (Asamblea Nacional Constituyente, 1991)

Esto indica que por mandamiento expreso de la norma superior el Estado le otorga al trabajo el componente de dignidad humana como principio constitucional para garantizar un entorno laboral justo, equitativo y seguro para todos los ciudadanos. Por su parte a nivel normativo el Trabajo Decente encuentra fundamento en las siguientes disposiciones:

- El Código Sustantivo del Trabajo, es la principal normativa laboral en Colombia y establece los derechos y deberes tanto de los empleadores como de los trabajadores. Busca garantizar condiciones laborales justas y dignas” (Congreso de la República, 1950)
- La Ley 1429 de 2010, conocida como la Ley de Formalización y Generación de Empleo, busca promover el Trabajo Decente y la formalización laboral. Establece beneficios y estímulos para las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) que cumplan con ciertos requisitos de contratación y formalización laboral (Congreso de la República, 2010).
- La Ley 1610 de 2013, busca promover el empleo digno y decente para los jóvenes en Colombia. Establece medidas de fomento al empleo juvenil, incentivos para la contratación de jóvenes y programas de formación para mejorar sus oportunidades laborales (Congreso de la República, 2013)
- La Ley 1955 de 2019, tiene como objetivo fomentar el Trabajo Decente en el sector agrario de Colombia. Busca mejorar las condiciones laborales de los trabajadores agrícolas, garantizar su protección social y promover la formalización laboral en este sector (Congreso de la República, 2019)

A través de la normatividad colombiana, se ha consignado ampliamente la importancia del trabajo para la realización de los objetivos de crecimiento económico y progreso social del país. Por lo tanto, por medio de la legislación laboral, se ha regulado que el trabajo desempeñado por los colombianos considere sus derechos y tenga prevista en ella las posibles situaciones que se puedan presentar dentro del desarrollo de las labores de los trabajadores y también de los empleadores.

Conclusión

Se ha logrado analizar que el Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos cumple con los mínimos planteados para garantizar el Trabajo Decente conforme a lo establecido en el ordenamiento jurídico colombiano, toda vez que el Trabajo Decente está respaldado por la legislación laboral, que establece los derechos y deberes de los empleadores y trabajadores para garantizar condiciones laborales justas y dignas. Además, se han promulgado leyes específicas, como la Ley de Formalización y Generación de Empleo y la Ley de Empleo Digno y Decente para Jóvenes, (Ley 1429 de 2010), que promueve el Trabajo Decente y la formalización laboral en Colombia, y a su vez contempla beneficios, estímulos y programas de formación para mejorar las condiciones laborales y las oportunidades de empleo.

El Plan Nacional de Acción de Empresas y Derechos Humanos juega un papel importante en la promoción del Trabajo Decente en Colombia, debido a que, al estar basado en los Principios Rectores de las Naciones Unidas sobre empresas y Derechos Humanos, pretende implementarse a través de políticas públicas derivadas del Plan Nacional de Desarrollo de cada gobierno. Por su parte la Constitución Política de Colombia reconoce la importancia del trabajo como un derecho y una obligación social, y se enfoca en garantizar un entorno laboral justo, equitativo y seguro para todos los ciudadanos.

En resumen, el Trabajo Decente es fundamental para el desarrollo económico y social de un país, y en Colombia se ha establecido una legislación y políticas públicas que buscan garantizar condiciones laborales justas y dignas, promoviendo el bienestar de los trabajadores y el crecimiento sostenible e inclusivo, pues el Trabajo Decente no se limita a satisfacer las necesidades básicas de los trabajadores, sino también permitirles desarrollar su potencial y disfrutar de una vida plena en sociedad. Esto implica una responsabilidad conjunta entre el Estado y las empresas en la protección de los derechos laborales, salarios adecuados, seguridad en el empleo, igualdad de oportunidades, acceso a la protección social y participación en la toma de decisiones que afectan su vida laboral.

Referencias

- Cevallos, C. A. S. (2013). Empresa y Derechos Humanos: La iniciativa de los principios voluntarios de seguridad y los Derechos Humanos. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4632>
- Cárdenas Rivera, M. E. (2020). Liberalismo y Derechos Humanos. *Retórica jurídica versus realidad social. Cambios y Permanencias*, 11(2), 63-74. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistacyp/article/view/11699/11133>
- Congreso de la República de Colombia (1950). Código Sustantivo del Trabajo. (7 de junio de 1951). Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Codigo/30019323>
- Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas (16 de junio de 2011). Resolución 17/4. <https://www.refworld.org/es/pdfid/5d714e284.pdf>
- Consejería Presidencial para los Derechos Humanos y Asuntos Internacionales. (2019). Plan Nacional de Acción de Empresa y Derechos Humanos. <http://www.colombiainforma.info/wp-content/uploads/2019/12/Borrador-PNA-octubre.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación–CONPES (2018). Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Documento CONPES 3918. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>

- Asamblea Nacional Constituyente (1991) Constitución Política de Colombia. Artículo 1. Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Constitucion/1687988>
- Corte Constitucional (1992). Sentencia T-571. M.P. Alejandro Martínez Caballero. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1992/t-571-92.htm#:~:text=Los%20derechos%20humanos%20fundamentales%20que,raz%C3%B3n%20a%20su%20dignidad%20humana>
- Corte Constitucional de Colombia (1997). Sentencia C-251 de 1997. M.P. Alejandro Martínez Caballero. <https://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/1997/C-251-97.htm>
- Corte Constitucional de Colombia (2002). Sentencia C-1067/02. M.P. Manuel José Cepeda Espinosa. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2002/C-1067-02.htm>
- Corte Constitucional de Colombia (2012). Sentencia C-620/12. M.P. Luis Ernesto Vargas Silva, M. P. https://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2012/C-620-12.htm#_ftn2
- Clavijo, C. & Pérez, M. (2022). Las empresas y su responsabilidad internacional respecto de los Derechos Humanos en marco de las relaciones laborales ¿Hacia la subjetividad jurídica internacional de las empresas? Pontificia Universidad Javeriana. <http://hdl.handle.net/10554/59299>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). CONPES 3918 de 2018 (p. 9). Recuperado <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (s.f.). ¿Qué es el Plan Nacional de Desarrollo? <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo> [Consultado el 07 de noviembre de 2022]
- Díaz, S. E. (2018). Plan nacional de acción en Derechos Humanos, medio ambiente y empresa: ¿Cómo va la fase de implementación? Universidad La Gran Colombia. <http://hdl.handle.net/11396/6284>
- Esteve-Moltó, J.E. (2019). Planes de Acción Nacional sobre empresas y Derechos Humanos: la imperiosa complementariedad con normas vinculantes: Referencia al plan español. Universidad de Navarra. <https://doi.org/0212-0747>
- García del Junco, J. & Casanueva Rocha, C. (2000). *Prácticas de la Gestión Empresarial*. Mc Graw Hill. Página 3.
- Herrero, G. (2014). Los Derechos Humanos en la Empresa. Universidad de Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/27936>
- Jiménez, I. C. (2020). Seguridad y salud en el trabajo como mecanismo de protección al Trabajo Decente. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/50801>
- Congreso de la República (1994). Ley 152. Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo (15 de julio de 1994). Artículo 3. Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1651907>

- Congreso de la República (2000). Ley 590. Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa (10 de julio del 2000) Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1663080>
- Congreso de la República (2010). Ley 1429. Por la cual se expide la Ley de Formalización y Generación de Empleo. (29 de diciembre del 2010) Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1679908>
- Congreso de la República (2013). Ley 1610. Por la cual se regulan algunos aspectos sobre las inspecciones del trabajo y los acuerdos de formalización laboral. (02 de enero del 2013) Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1685014#:~:text=LEY%201610%20DE%202013&text=Los%20Inspectores%20de%20Trabajo%20y,del%20trabajo%20del%20sector%20p%C3%ABblico>.
- Congreso de la República (2022). Ley 1955. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. (25 de mayo de 2019) Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30036488#:~:text=El%20Plan%20establece%20las%20bases,fortalecimiento%20de%20la%20Rama%20Judicial>
- Linero Noguera, M. J. (2017). Sector agropecuario en Colombia [Notas de clase]. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/0c-0d28d3-5f01-451d-a7b6-a38b706ea7b7/content>
- GHAI, D. (2003). Trabajo decente. Concepto e indicadores. *Revista Internacional Del Trabajo*, 122(2), 125–160. <https://doi.org/10.1111/j.1564-913x.2003.tb00171.x>
- López-Francos de Busturia, A. A. (2015). *Derechos humanos, empresas transnacionales y responsabilidad social empresarial* (Vol. 2). Fundación Berg Institute.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2021). Cartilla Sector Agropecuario. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2021-08/cartilla-sector-agropecuario.pdf
- Naciones Unidas. (10 de diciembre de 1948). Declaración Universal de Derechos Humanos. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (2011). Principios Rectores sobre Empresas y Derechos Humanos: Implementación del marco de las Naciones Unidas para “proteger, respetar y remediar”. https://www.ohchr.org/sites/default/files/documents/publications/guidingprinciplesbusinessshr_sp.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Derechos Humanos*. <https://www.un.org/es/global-issues/human-rights#:~:text=Entre%20los%20derechos%20humanos%20se,las%20personas%2C%20sin%20discriminaci%C3%B3n%20alguna>. [Consultado el 15 de enero de 2023]
- Pedraza Peña, C. (2022). Observar el derecho, análisis del régimen de empresas y Derechos Humanos en Colombia. Universidad de los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/54583>

- Peña Leal, N., & Amaya Ospina, P. A. (2016). Hacia una implementación de lineamientos sobre inversión extranjera atentos a los principios rectores sobre empresa y Derechos Humanos en el Plan Nacional de Acción Colombia avanza: Análisis de los tratados de inversión celebrados por Colombia desde el deber del Estado de proteger y sus implicaciones para la adecuación del Plan Nacional de Acción. Pontificia Universidad Javeriana. <http://hdl.handle.net/10554/36936>
- Teixeira Martins, A. G. *et al.* (2020) Planos Nacionais de Ação e Políticas Públicas na América Latina sobre Direitos Humanos e Empresas. Universidad Federal de Goiás de Brasil. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/29473>
- Villacis Aldaz, R. A., Zulca Navarrete, G. A. (2018) ¿El Trabajo Decente y el crecimiento económico son una alternativa del desarrollo sostenible, para alcanzar el buen vivir en el Ecuador? Universidad Central del Ecuador la investigación. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16844>

Revisión de tratamientos de aguas residuales y su enfoque en procesos de electrocoagulación (EC)

Review of wastewater treatment and its focus on electrocoagulation (EC) processes

María Claudia Ochoa Fajardo¹, Yelitza Aguas Mendoza²

Resumen

La demanda actual en el uso del recurso agua producto de las dinámicas de desarrollo de la industria, agricultura, expansión urbana, entre otros, se traducen en aguas residuales con cargas orgánicas e inorgánicas altas que contribuyen al deterioro de los cuerpos de aguas superficiales y al ecosistema. La necesidad de aplicar las tecnologías ya existentes en el tratamiento de estas aguas es un reto para cada sector, además de la búsqueda de nuevas alternativas de tratamiento sostenibles con el ambiente. Este trabajo tiene por objetivo conocer los principales tratamientos sobre aguas residuales, con enfoque en el tratamiento de electrocoagulación, a través de la búsqueda de información bibliográfica en las diferentes bases de datos a nivel mundial (Scopus, Scencedirect, Springerlink, etc.) en conjunto con un análisis de redes bibliométricas en el programa VOSviewer, de 453 resultados de trabajos tipo artículos científicos y revisiones publicados sobre tratamientos de aguas residuales en general. Los análisis arrojan tres principales tendencias de tratamientos: las alternativas, empleando microorganismos y compuestos bioactivos naturales; los tratamientos por Oxidación Avanzada y los electroquímicos, incluyéndose la electrocoagulación. Sobre este último se abordan 50 documentos entre artículos científicos y revisiones, analizando los principales factores que afectan su eficiencia, la aplicación en tratamientos híbridos y asistidos por coagulantes naturales. Con la revisión de la temática, se puede afirmar que los desafíos actuales en el tratamiento de aguas residuales deben estar enfocados hacia la sostenibilidad ambiental, cobijados bajo estudios de costos y beneficios, logrando la maduración tecnológica e implementación en plantas de tratamiento.

Palabras clave: tecnologías, electroquímica, bibliométricas, efluentes.

1 Bióloga. Universidad de Sucre. Correo: ochoafajardomaria@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8710-8393z>

2 Doctor en Ingeniería. Magíster en Ingeniería Ambiental. Ingeniera química. Docente titular Universidad de Sucre. Correo: yelitza.aguas@unisucre.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4880-4510>

Abstract

The current demand in the use of water resources as a result of the development dynamics of industry, agriculture, urban expansion, among others, translates into wastewater with high organic and inorganic loads that contribute to the deterioration of surface water bodies and the ecosystem. The need to apply existing technologies in the treatment of these waters is a challenge for each sector, in addition to the search for new environmentally sustainable treatment alternatives. This work aims to know the main treatments on wastewater, with a focus on electrocoagulation treatment, through the search for bibliographic information in the different databases worldwide (Scopus, Scimedirect, Springerlink, etc.) together with an analysis of bibliometric networks in the VOSviewer program, of 453 results of works such as scientific articles and reviews published on wastewater treatment in general. The analyzes reveal three main treatment trends: alternatives, using microorganisms and natural bioactive compounds; Advanced Oxidation and electrochemical treatments, including electrocoagulation. On the latter, 50 documents are addressed, including scientific articles and reviews, analyzing the main factors that affect its efficiency, the application in hybrid treatments and those assisted by natural coagulants. With the review of the subject, it can be affirmed that the current challenges in wastewater treatment must be focused on environmental sustainability, sheltered under studies of costs and benefits, achieving technological maturation and implementation in treatment plants.

Keywords: technologies, electrochemistry, bibliometrics, effluents.

Introducción

Un gran porcentaje de aguas residuales sin tratamiento, generadas a nivel mundial por los diferentes sectores de producción, termina siendo vertida a cuerpos de agua ocasionando el deterioro de los ecosistemas (Z. Chen *et al.*, 2020). El aumento acelerado de la población mundial implica una demanda de consumo de agua en varios sectores, incluyendo la urbanización, industria, agricultura, entre otros, trayendo consigo los riesgos de alteración de la calidad del agua (van Vliet *et al.*, 2021). Las aguas residuales presentan una alta carga orgánica e inorgánica en la que se resaltan contenido de aceites, metales (Zn, Cu, Pb, Cd) carbono orgánico, fosfatos, además de contenido de arsénico y mercurio que contribuyen a la Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno (DQO y DBO) (AlJaberi *et al.*, 2023).

Para el tratamiento de las aguas residuales se han empleado las tecnologías de plantas de tratamiento. Fundamentadas en el tratamiento primario, secundario y terciario por diferentes procesos, empezando por la eliminación de sólidos totales, seguida por

fenómenos de degradación y transformación mediada por microorganismos, y finalmente procesos oxidación convencionales (Rout *et al.*, 2021). Dentro de los tratamientos de aguas residuales se destacan los electroquímicos incluyendo a la electrooxidación (EO) y electrocoagulación (EC) con los cuales se han obtenido altas remociones de contaminantes con electrocoagulantes producidos in situ, promoviendo la formación de flóculos más grandes y estables, con precipitados menos tóxicos para el medio ambiente (Biswas y Goel, 2022).

Particularmente la EC se considera como un proceso avanzando en la mejora de la calidad del agua residual, en materia de remociones de metales pesados, contenido de aceite y microorganismos. Logrando aceptación como una tecnología emergente operada bajo condiciones de corrientes bajas, disminuyendo los costos en electricidad, con fuentes de voltaje a nivel de celdas de combustible, solares y molinos de viento; además de considerarse una alternativa sostenible con el medio ambiente, al no emplearse insumos químicos, y materiales no tóxicos disponibles en suelo y de bajo costo económico para la formación de los electrocoagulantes (Boinpally *et al.*, 2023). En el proceso de electrocoagulación son factores determinantes de su eficiencia, el material de los electrodos (ánodo y cátodo), la distancia establecida entre los electrodos, la densidad de corriente suministrada, las condiciones de pH y el tiempo de operación (Tahreen *et al.*, 2020). Recientemente los procesos de electrocoagulación han cobrado especial interés por su tendencia a la eliminación de contaminantes carcinogénicos, perfilándose para la remoción de estos en aguas residuales como la de la industria petrolera, efluentes considerados como más peligrosos en el deterioro de la calidad de los cuerpos de agua y la vida dentro de los ecosistemas (Yasasve *et al.*, 2022). Esta revisión tiene como objetivo dar a conocer los principales tratamientos sobre aguas residuales, con un enfoque en el tratamiento electroquímico de electrocoagulación.

Método

La información de la producción científica relacionada al tratamiento de aguas residuales se obtuvo con el cumplimiento de las siguientes fases:

Fase 1. Análisis de redes bibliométricas. Búsqueda inicial en bases de datos (Scopus y Science Direct) y motores de búsqueda (Google académico y Pubmed). Empleando las palabras claves: Wastewater, Treatment, Agroindustry, industry.

- Construcción de bitácora de fichas bibliográficas y banco de palabras claves.
- Formulación de Ecuación General con palabras claves para procesamiento en la base de datos Scopus.

- Análisis de redes bibliométricas (programa VOSviewer) de los resultados de la producción científica arrojada en la base de datos.

Fase 2. Tratamientos por electrocoagulación. Para la revisión enfocada en tratamientos con electrocoagulación, se consultaron 50 producciones que incluían revisiones y artículos científicos de este tratamiento en diferentes condiciones de operación con efluentes de la agroindustria e industria en general. La producción científica fue obtenida a través de las bases de datos: Springer Link, Sage Journals, Science Direct, Wiley Online Library, ProQuest.

Para la selección de la producción científica a analizar se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión: periodo entre el año 2018 y 2023; artículos científicos y de revisión. Los criterios considerados para la exclusión de la información incluyeron: documentos producto de conferencias y capítulos de libros.

Ecuación General de búsqueda en base de datos Scopus (1)

–TITLE-ABS-KEY (agroindustry OR “Electric fields” OR wastewater OR electrocoagulation OR cassava OR treatment OR membrana OR biofiltration OR algal OR adsorption OR “Activated carbon” OR “Total solids” OR “Biological treatment” OR “Bacterial Consortium” OR biofilm OR bioreactor OR filtration OR oxidation AND “Chemical treatment” OR precipitation OR removal OR reactor OR ozonation OR industry OR “Dairy products” OR “Physical treatment” OR fenton OR domestic OR starch OR brewery OR coffee AND “Electrochemical treatment” OR “Food industry” OR “Oily Wastewaters” OR coagulation AND “Dissolved air flotation” OR electrooxidation OR “Moringa Oleifera” OR “Combined treatments” OR “Opuntia ficus-indica”)

Resultados y Discusión

Análisis de redes bibliométricas

Los resultados obtenidos de la Ecuación 1 corresponden a 453, para los análisis de redes bibliométricas, con el filtrado de los criterios establecidos se seleccionaron 404 artículos científicos y 49 revisiones relacionados a la temática de tratamiento de aguas residuales. El análisis de redes bibliométricas de los resultados representado en la Figura 1, arroja los clusters sobre las tendencias en las temáticas para el tratamiento de aguas residuales como los Tratamientos alternativos, Procesos de oxidación avanzada y Electroquímicos.

Clúster I–Rojo (Tratamientos alternativos). Recientemente los procesos implementados en el tratamiento de los contaminantes orgánicos e inorgánicos producto de

la disposición final de los residuos de la industria en general han surgido en la línea de las nuevas alternativas del cuidado del ambiente, minimizando efectos de contaminación secundarios posterior a su aplicación. Los tratamientos con el uso de microorganismos y coagulantes naturales han permitido dar paso a la implementación de nuevas tecnologías: dentro de ellas se citan a los biorreactores como tratamientos biológicos que incluyen a las bacterias como un componente para la biodegradación del material orgánico presente en el agua.

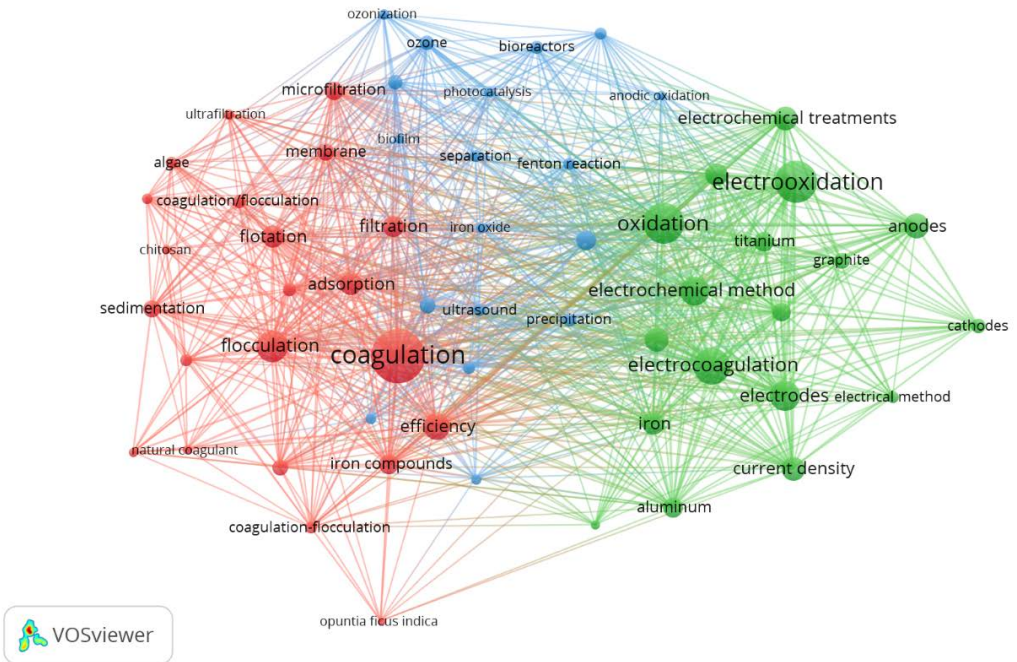
Ozturk *et al.* (2019) implementaron los reactores SBR y reactor de secuenciación por lotes de biopelícula (SBBR) a escala de laboratorio en el tratamiento de aguas residuales de la industria de los lácteos, con eficiencias de eliminación de DQO y NH₄-N mayores para SBBR con aumentos en la concentración de nitrato. Show *et al.* (2020), a través del tratamiento integrado con el reactor de manto de lodos granulares anaeróbicos, reactor de biopelícula portadora aeróbica y biorreactor de lodos activados aeróbicos (GSB-CBR-ASB) comprobaron a gran escala en el rendimiento de la planta de tratamiento la eficiencia de eliminación de DQO casi del 100% en aguas residuales producto de la fabricación de pinturas recalcitrantes.

Asimismo, se ha descrito el papel de las bacterias y microalgas dentro los tratamientos con biopelículas en el procesamiento de aguas residuales producto de la extracción de aceite de palma africana (POME), sugiriendo la aplicación de sistemas híbridos integrando bacterias y microalgas de forma facultativa, llegando a estandarizar factores determinantes para su funcionamiento y mantenimiento (Al-Amshawee *et al.*, 2020). Bachmann Pinto *et al.* (2018) través de un reactor de biopelícula de lecho móvil (MBBR) en el tratamiento de una mezcla de aguas residuales sanitarias, tratadas con pesticidas y lixiviados, lograron la eliminación de DQO en un 77% y remoción del Nitrógeno amónico gracias a los procesos de nitrificación del reactor, sustituyendo procesos de lodos activados también implementados en el tratamiento. Yang *et al.* (2021) implementaron un reactor de biopelícula de lecho móvil acoplado con biorreactor de membrana (MBBR-MBR), en un sistema para el tratamiento de aguas residuales de la industria textil, con una alta eficiencia en eliminación de la DQO, color y sólidos totales suspendidos, además de la reutilización del agua tratada incorporada a los procesos de fabricación textil sin alterar su calidad final.

Como otra alternativa en el tratamiento de aguas residuales, recientemente las investigaciones se han enfocado en los coagulantes naturales. Para ensayos realizados en aguas residuales de la industria de los lácteos, el uso de coagulantes provenientes de semillas de especies vegetales evidenció un porcentaje de reducción de los niveles de turbidez del 74.23 % y 65.6% para *Cicer arietinum* y *Moringa oleifera* respectivamente (Deepa *et al.*, 2022). Asimismo, los ensayos realizados para la evaluación de la actividad

coagulante de *Opuntia Ficus indica* en el tratamiento de aguas residuales grises evidencian porcentajes de remoción de turbidez de 88.19% y 96.67 de sólidos suspendidos totales (Jaco *et al.*, 2022). Dentro de los métodos alternativos de tratamiento de aguas residuales también se ha evaluado al quitosano como coagulante en aguas residuales producto de la actividad piscícola, con porcentajes de remoción de turbidez de 87% y del 83.1% para sólidos suspendidos volátiles (Rodríguez Jimenez y Gallego Suárez, 2019).

Figura 1. Mapa de análisis de resultados Ecuación general 1 (VOSviewer).



Nota. en el mapa de redes bibliométricas se visualiza la formación de cuatro cluster en las temáticas de Tratamientos alternativos (rojo), Procesos de oxidación avanzada (azul) y Electroquímicos (verde).

Cluster II – Azul (Procesos de oxidación avanzada). Los procesos de oxidación en el tratamiento de aguas residuales resaltan la participación del ion Hidroxilo en la oxidación de la carga de contaminantes presentes en el agua. Los procesos de oxidación avanzada (POA) pueden entenderse como la liberación de los radicales Hidroxilo con alto potencial de oxidación, caracterizados por la poca selectividad en sus reacciones con compuestos orgánicos dado su comportamiento como electrófilo; su mecanismo de acción sobre los contaminantes orgánicos va desde la transferencia de electrones, la extracción de hidrógeno y la combinación de radicales (Mayyahi y Al-asadi, 2018).

La ozonización se destaca dentro de los anteriores por sus ventajas con resultados finales de la descomposición de agua y oxígeno operado a temperaturas y presión ambientales (Malik *et al.*, 2019). Los procesos con el combinado de radiación ultravioleta y Peróxido de hidrógeno son conocidos por la producción de radicales hidroxilo, interviniendo en el tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta los factores como la concentración del Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2), las condiciones del líquido y el suministro de la radiación UV (Pandis *et al.*, 2022); proceso como el mencionado en combinación con el Ozono han sido empleados en el tratamiento de aguas residuales con contaminantes aceitosos, con tiempos de exposición óptimos de 80 minutos a pH= 12, con remoción de aceite, DQO y TOC mayores al 50% (Jasim *et al.*, 2020).

Dentro de los procesos de oxidación avanzada también destacan los de tipo Fenton y ultrasonido; en el tratamiento a través de Fenton la catálisis del Peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en presencia del hierro (Fe^{+2}) produce al ion Hidroxilo, un agente oxidante de amplio espectro para compuestos de origen orgánico o inorgánico, en estas reacciones las concentraciones de H_2O_2 y Fe^{+2} son determinantes para la producción de $OH\cdot$ (Yildiz y Olabi, 2021). Por otro lado, el ultrasonido es el uso de ondas ultrasónicas en el medio de líquido de tratamiento, que ocasionan la formación de burbujas de tamaño y cantidad variable cuya energía de colapso induce a la pirólisis de las moléculas de agua atrapadas en su interior, esta ruptura produce la formación de hidrógeno e hidroxilos ($OH\cdot$) (Ghasemi *et al.*, 2020). En el tratamiento de aguas residuales de la industria de la pulpa y papel han sido evaluados los procesos de ultrasonido y Fenton en la mejora de la eficiencia de remoción de la demanda química de oxígeno; los porcentajes de remoción para los tratamientos independientes y combinados a condiciones óptimas (50 min, 1,2g/L Fe^{+2} y 8g/L H_2O_2) corresponden a 82, 18% para los procesos de Fenton, con un aumento del 90,1% al aplicar ultrasonido; así mismo con la integración del componente de radiación ultravioleta a los anteriores aumentó en un 93.4%, evidenciando que el combinado de sono-foto-Fenton es una potencial estrategia de tratamiento de aguas residuales (Olabi, 2023).

La aplicación de los procesos de oxidación avanzada ha sido empleada en el tratamiento de aguas residuales urbanas, tal es el caso de la investigación realizada por Aguas *et al.* (2019) empleando fotoreactores de luz solar en los procesos Foto-fenton y Peróxido de Hidrógeno. Ambos procesos permitieron la desinfección de los efluentes eliminando los microcontaminantes orgánicos en un 66% y 56% respectivamente; aplicándose al riego de especies vegetales (lechuga y rábano), con un posterior recuento de bacterias en superficies de captación (hojas, frutos y suelo) por debajo de los límites de detección en el 81,2 % y 87,5% de muestras de cultivos de lechuga y rábano evaluadas.

Cluster III- Verde (Tratamientos Electroquímicos): Los métodos electroquímicos para el tratamiento de agua residuales comprende el conjunto de procesos que involucran el suministro de un voltaje constante hacia electrodos (Ánodo y cátodo) metálicos en el medio líquido del efluente; la electrooxidación (EO) se constituye como el método más empleado en el tratamiento de aguas residuales a través de un mecanismo de reacciones electrolíticas en los electrodos empleados, con la formación de cationes e hidróxidos metálicos para la eliminación de contaminantes (Ungureanu *et al.*, 2020). En el tratamiento de los efluentes de la industria textil, especialmente los producidos posterior al teñido con colorantes orgánicos sintéticos, se ha empleado el uso de los procesos de electrooxidación para la reutilización de los efluentes en nuevos teñidos; Pinto *et al.* (2022) a través de un sistema discontinuo con dos etapas de tratamiento, a condiciones de 60 Am/cm² y 100 Am/cm², obtuvieron efluentes con niveles de DQO menores de 200 mg/L con calidad para ser usados de forma exitosa en nuevos procesos de teñidos a nivel industrial. Baía *et al.* (2022) evaluaron la eficiencia del tratamiento de electrooxidación en aguas residuales provenientes de bodegas vinícolas, bajo condiciones continuas a 250 rpm a 900 Am/cm² por un tiempo de 6 horas, con valor de DQO y pH (124 mg/L – 6,40) acordes a los límites de vertimiento de los efluentes permitido en su zona de estudio. La electrooxidación ha sido empleada como tratamientos terciarios en aguas residuales producto de la industria del aceite de palma; la configuración del reactor incluye el uso de los electrodos de material aluminio y hierro, una agitación de 300 rpm e intensidad de corriente de 60 Am/cm², permitiendo resultados en la remoción de la DQO con disminución de 1409 mg/L a 524 mg/L y de 3217 PtCO a 492 mg/L en un tiempo de operación de 120 minutos (Zulzikrami Azner Abidin *et al.*, 2020).

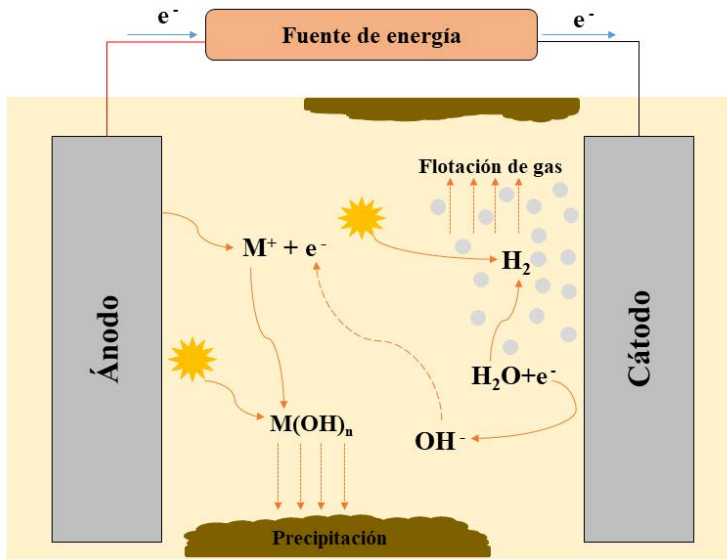
Se ha investigado el efecto de tratamientos electroquímicos como sistemas híbridos de electrooxidación y electrocoagulación en aguas residuales de la industria del biodiesel. La configuración de los sistemas de tratamiento a condiciones óptimas incluye los tratamientos de EC con electrodos de aluminio aplicación de corriente de 0.25 A, pH 6.0, con eficiencias de remoción de DQO del 95,4 con tiempo de reacción de 60 minutos y la EO con electrodo de tipo Ti/SnO₂ (Ánodo) y grafito (Cátodo) con suministro de corriente de 0.5 A de 94,8 % a 150 minutos de reacción; con resultados de un híbrido de ambos sistemas se alcanzaron porcentajes de remoción de DQO de 98.9% de las aguas residuales de biodiesel (Yazici Guvenc *et al.*, 2022).

Tratamientos por Electrocoagulación

La electrocoagulación es un proceso electroquímico empleado en el tratamiento de aguas residuales de la industria en general. Este tipo de procesos han cobrado importancia dada su aplicación amigable con el ambiente y la eficiencia en la remoción de contaminantes orgánicos presentes en los efluentes, sumado a su automatización, y operaciones a bajo costo (Asaithambi *et al.*, 2022).

El mecanismo del proceso de electrocoagulación se entiende como el conjunto de reacciones de oxidación y reducción dentro de un sistema conformado por un electrolito que permite la interacción entre los iones de los electrodos (ánodo y cátodo) los cuales reciben un suministro de corriente eléctrica durante un tiempo de operación de tratamiento determinado (Guo *et al.*, 2022). En los electrodos configurados como ánodo (positivo) y cátodo (negativo), al recibir desde una fuente de alimentación corriente eléctrica se da lugar a reacciones químicas de tipo oxidación y reducción como se ilustra en la Figura 2. En el ánodo de sacrificio ocurren procesos de oxidación del metal dando lugar a cationes M^+ , al mismo tiempo en el cátodo la reducción del agua origina hidrógeno gas (H_2) (evidenciado en burbujas desprendidas del cátodo) y iones hidroxilo OH^- que se unirán a los cationes para la formación de hidróxidos metálicos $M(OH)_n$ que actúan como coagulantes en el sistema formando flóculos que serán llevados a la superficie por los gases H_2 y lodos producto de la precipitación del proceso de tratamiento (Biswas y Goel, 2022). Con lo anterior el proceso de electrocoagulación puede entenderse a través de los procesos de adsorción, coagulación y flotación, donde la eficiencia de los hidróxidos metálicos como adsorbentes permite que las moléculas de los contaminantes se adhieran a estos (Das *et al.*, 2022). La electrocoagulación se ha empleado en el tratamiento de una amplia variedad de efluentes, algunas de estas investigaciones se citan en la Tabla 1.

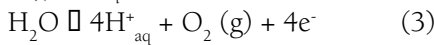
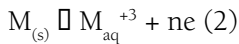
Figura 2. Mecanismo de tratamiento por electrocoagulación.



Nota. El gráfico ilustra los procesos de formación de los electrocoagulantes, y los fenómenos de flotación y precipitado de los contaminantes en el tratamiento por electrocoagulación. Adaptado de “Electrochemical methods for landfill leachate treatment: A review on electrocoagulation and electrooxidation” (p.5), por Z. Guo, 2022, *Science of the Total Environment*, 806.

Las reacciones que dan lugar a proceso se expresan de la siguiente manera (Das *et al.*, 2022):

Ánodo:



Cátodo:

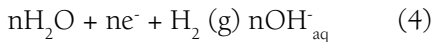


Tabla 1. Investigaciones del proceso de electrocoagulación sobre aguas residuales.

Tipo de aguas residuales	Caracterización inicial	Condiciones óptimas de tratamiento	Remoción (%)	Autor
Porcinas	pH 6.3 SS 4.5 g/L DBO 2000 mg/L DQO 5500 mg/L TP 132 mg/L	Ánodo: Fe Cátodo: acero inoxidable Distancia electrodos: 2,0 cm pH 6,3 35 minutos 30 mA/cm ²	SS 98,5% TP 99,5 % DQO 50,6% DBO 98,5%	(Chen <i>et al.</i> , 2021)
Fabricación de papel	TDS 520 mg/L DQO 5600 mg/L TOC 868.6 mg/L Turbidez 52,24 NTU	Electrodos: Fe pH 8,0 60 minutos 20V	TDS 51% Turbidez 65% TOC 68% DQO 70%	(Hugar y Marol, 2020)
Curtiduría	DQO 6500 mg/L Turbidez 440 NTU Aceites y grasas 350 mg/L PO4-P 17 mg/L	Electrodos: Al Distancia: 5mm pH 2,0 0.6 mA/cm ² 60 minutos	DQO 84% Turbidez 98% Aceites y grasas 97% Fosfato 100%	(Bingul <i>et al.</i> , 2022)
Mataderos Bovinos	DQO 5230 mg/L Color 6100 Pt/Co TSS 187 mg/L	Electrodos: Al Distancia: 2cm 75 mins 4 mA/cm ²	DQO 95% Color 98% TSS 97%	(Hellal <i>et al.</i> , 2023)
Molinos de aceite de palma	DBO 15700 mg/L DQO 26000 mg/L	Electrodos: Al Distancia: 40 mm 8 horas	DBO 96% DQO 91%	(Mohamad <i>et al.</i> , 2022)

Tipo de aguas residuales	Caracterización inicial	Condiciones óptimas de tratamiento	Remoción (%)	Autor
Procesamiento de azúcar	DQO 6000 mg/L	Electrodos: Cu Distancia: 1,5 cm pH 7,0 89,28 A/m ² 120 minutos 1,5 g/L NaCl (Electrolito)	DQO 73%	(Sanni <i>et al.</i> , 2022)
Mataderos avícolas	DQO 2625 mg/L SST 358.5 mg/L Color 2400 PtCo	Electrodos: Al Distancia: 2cm pH 5.83 58,60 minutos 4,21 mA/cm ² 0,18 g/L H ₂ O ₂	DQO 97,89% SST 99,31% Color 98,56%	(Toh <i>et al.</i> , 2023)
Lácteas	DQO — Turbidez —	Electrodos A-U4G (Aleación Al) Distancia: 2 cm pH 7.0 14,3 mA/cm ² 24 minutos	DQO 58% Turbidez 99%	(Aitbara <i>et al.</i> , 2021)
Escorrentía agrícola (pesticidas)	DQO 400 mg/L	Ánodo: Al Cátodo: Acero inoxidable pH 7.0 12,0 mA/cm ² 40 minutos	DQO 100%	(El-Naggar <i>et al.</i> , 2022)

Tipo de aguas residuales	Caracterización inicial	Condiciones óptimas de tratamiento	Remoción (%)	Autor
Acuícolas	Turbidez 404 NTU DQO 758 mg/L DBO 317 mg/L	Electrodos: Al Distancia 5 cm pH 2.0 3.0 A 60 minutos 3,0 g/L NaCl (electrolito)	Turbidez 87,9% DQO 86,4% DBO 76,9%	(Igwegbe <i>et al.</i> , 2021)

Nota. Estudios con aplicación de la electrocoagulación sobre efluentes de la agroindustria. Electrocoagulación (EC); DQO (demanda química de oxígeno); DBO (demanda biológica de oxígeno); SS (sólidos suspendidos); TP (fósforo total); SST (sólidos suspendidos totales); PO4-P (fosfatos); NTU (unidades nefelométricas de turbidez); V(voltios); A (amperios); mA (miliamperios); mm (milímetros). Los símbolos — expresan la ausencia de la información en el artículo revisado.

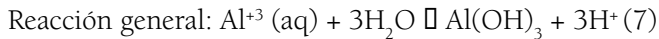
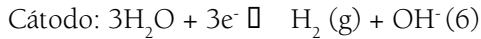
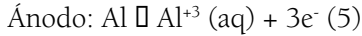
Factores dentro del Proceso de Electrocoagulación (EC)

Los factores relacionados a la eficiencia del proceso de electrocoagulación son el material de los electrodos, distancia entre electrodos, densidad de corriente, influencia del pH y tiempo de operación.

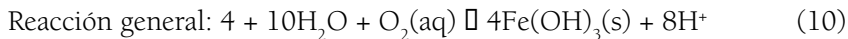
Material de los electrodos

El material del electro cobra importancia dentro del proceso de EC al determinar el tipo de reacción electroquímica que tendrá lugar durante el tratamiento; con una eficiencia relacionada a su medida de disociación, formación de electrocoagulantes y remoción de contaminantes (Tahreen *et al.*, 2020). Dentro de los electrodos más usados en procesos de electrocoagulación se citan a los de aluminio (Al), hierro (Fe) y acero inoxidable, dada su rentabilidad, fácil acceso y eficiencia en el proceso de coagulación con la formación de iones metálicos en las reacciones anódicas (Lourinho y Brito, 2021).

Los electrodos de aluminio son usados comúnmente dentro del proceso de EC. Con el suministro de corriente eléctrica ocurre la disolución de los ánodos de aluminio dando como resultado la formación de cationes Al^{+3} , que finalmente permitirán junto a los productos de la reacción catódica la formación de hidróxidos de aluminio que actuarán como coagulantes, siendo principalmente la forma $Al(OH)_3$ la causante de la formación de los flóculos; las reacciones en electrodos de aluminios son (Das *et al.*, 2022):



Por otro lado, la disolución anódica de electrodos fabricados a base de hierro propicia la presencia de cationes férricos, que bajo ciertas condiciones de pH de ácidas a neutras cercanas a siete pueden dar origen a formas monoméricas y poliméricas al experimentar reacciones de hidrólisis; siendo la forma $\text{Fe}(\text{OH})_3$ la que en solución se evidencia como suspensión gelatinosa que actúa en la remoción de los contaminantes a través de la atracción electrostática o enlazamiento para posterior coagulación. Las reacciones anódicas y catódicas en estos electrodos son (Das *et al.*, 2022):



Las investigaciones en procesos de electrocoagulación con electrodos de aluminio evidencian porcentajes de remoción de DQO del 89,90% a 25 A/m² en efluentes de Turba (Abdul Rahman *et al.*, 2020). En aguas residuales sintéticas las eficiencias de remoción con este tipo de electrodo alcanzaron un 90% a 0,0028 A/m² en términos de turbidez (Jafari *et al.*, 2023). Dentro de los ensayos realizados en el tratamiento de aguas residuales domésticas, la configuración de electrodos de Fe (ánodo) y acero inoxidable (cátodo) permitió la remoción de fosfatos del 98% a 10 mA/cm² (Y. Yang *et al.*, 2022). En la eliminación de microplásticos de aguas residuales, la configuración de ánodo de hierro (Fe) y cátodo de aluminio (Al) con voltaje suministrado de 10V alcanzó la remoción del 96.82% (Hu *et al.*, 2023). Dentro de la EC, electrodos como los fabricados a base de acero han evidenciado resultados satisfactorios en las remociones de color del 95% en efluentes con cargas de tintes a densidades de corriente de 16,6 mA/cm² (Yaqub *et al.*, 2023). En aguas residuales de mataderos electrodos de Al y Fe, permitieron bajo densidades de corriente de 18,18 mA/cm² en tiempos de tratamiento de 40 minutos la remoción de DQO del 80,12% (Adou *et al.*, 2022).

En el tratamiento de aguas residuales producto de la fracturación hidráulica en campos petroleros se obtuvieron porcentajes de remoción de DQO máximas del 42% empleando electrodos de Al, en un tiempo de operación de cinco minutos a corriente suministrada de 5 Amperios (Cao *et al.*, 2022). Nuevas investigaciones para la elaboración de electrodos con materiales alternativos han evaluado el uso de residuos reciclables, elaborando placas metálicas de Al, que bajo condiciones de densidades eléctricas entre 5 y 20 mA/cm², en tiempos de operación de 10 minutos permiten la remoción de color, DQO y turbidez en porcentajes de 97,2%, 88% y 99% de aguas residuales grises (Bani-

Melhem *et al.*, 2023). Por otro lado, dentro los materiales empleados en la fabricación de electros para el proceso de EC está el titanio (Ti), sin embargo, los resultados en contraste con materiales como el Al, evidencian pasivación en los ánodos de Ti, no se producen fenómenos como la electroflotación evidenciada con la nula formación de espuma, además de la formación de flóculos con densidades que no permiten su precipitación (Trompette, 2022). Otro material de electrodos que se ha citado es el magnesio (Mg), en aguas residuales producto de la industria textil, específicamente de la producción de mezclilla, se reporta porcentajes de remoción de DQO, Turbidez y color del 91%, 94% y 93% respectivamente, en un proceso de EC con un arreglo de electrodos de magnesio como ánodo y hierro de cátodo, y combinado con la precipitación química empelando el electrolito CaCl, este último mejorando la conductividad eléctrica y participando en los procesos de precipitación (Zaldivar-Díaz *et al.*, 2023).

Distancia entre electrodos

Varias investigaciones han evaluado el efecto de la distancia entre los electrodos en la eficiencia del proceso de electrocoagulación. Con remociones de DQO, Turbidez y TSS mayores con el aumento de la distancia de 1,0 cm (DQO 95,16%; Turbidez 80% y TSS 80%), 1,5 cm (DQO 95,16%; Turbidez 92,86% y TSS 89,47%) y 2,0 cm (DQO 96,49%; Turbidez 100% y TSS 100%) entre electrodos de Al sobre aguas residuales de turba (Abdul Rahman *et al.*, 2020). En contraste con lo anterior en el tratamiento de aguas residuales con contenidos de manganeso, los porcentajes de remoción son máximos con un 96,5% a distancias cortas entre electrodos de titanio, específicamente de 2cm, en contraste con las remociones de 82,3% obtenidos a 6 cm; lo anterior en consecuencia del aumento de la atracción electrostática, además a distancias mayores la formación de flóculos disminuyó como resultado de la baja producción de iones Ti en los electrodos (Safwat *et al.*, 2023). Una misma distancia de 2cm con electrodos de aluminio fue empleada en el tratamiento de aguas residuales con ácido salicílico, los electrodos empleados en este estudio son perforados y demuestran tener una eficiencia 8% mayor que la de los electrodos convencionales, con remociones del ácido salicílico del 92,1% (Ahmad *et al.*, 2023).

Para electrodos de cobre empleados en el tratamiento de aguas residuales del procesamiento de azúcar, los porcentajes de remoción de DQO presentan un aumento con distanciamientos menores entre los electrodos, siendo del 68%, 65%, 61% y 58% para espacios entre placas con 1cm, 2cm, 2,5cm y 3cm respectivamente. Lo anterior atribuido al aumento de la carga electrostática entre los electrodos y consigo la de colisión de partículas (Patel *et al.*, 2022).

Densidad de Corriente (DC)/Corriente

La DC es el parámetro que determina en los procesos de electrocoagulación la producción de gas H_2 y la disolución del ánodo. Para electrodos de Al a tiempos de operación de 5 minutos, a valores de densidades bajas, se registraron los mayores porcentajes de remoción, disminuyendo al aumentar los valores de DC, para el tratamiento de aguas residuales sintéticas se registran porcentajes de remoción de turbidez del 90% a $0,0028 A/cm^2$ (Jafari *et al.*, 2023). En el tratamiento de aguas residuales de turba, se evaluaron las remociones de Fe y Sólidos suspendidos totales (TSS) a diferentes valores de corriente suministrada, obteniéndose porcentajes de remoción de la concentración de Fe 63,3%, 70,7% y 78,8% a valores de corriente de 1,0 A, 1,4 A y 1,8 A respectivamente; así mismo, para los TSS a amperajes mayores de 1.8 A se lograron reducciones de 128mg/L a 38mg/L, datos que evidencian que a mayor corriente, se da la máxima remoción de las concentraciones de los contaminantes, lo anterior atribuido a que corrientes menores no favorecen la formación de hidróxidos metálicos, para esta investigación la de $Al(OH)_3$ al trabajar con electrodos de Al, haciendo que el proceso de EC sea menos eficiente (Amri *et al.*, 2022).

Para la evaluación de la remoción del parámetro de DQO, color y el gasto de electricidad en el tratamiento de aguas residuales de la industria de la destilería se desarrolló el proceso de electrocoagulación con suministro corriente de tipo alterna y directa. Los resultados evidenciaron que la EC con corriente alterna evidencia porcentajes de remoción de 100% y 95% para color y DQO respectivamente a una densidad eléctrica de $0,40 A/dm^2$; con un gasto de electricidad de $3,20 kWh/m^3$ en contraste con las operaciones a corriente directa con gastos de $3,50 kWh/m^3$ con porcentajes de remoción de color y DQO del 90,57% y 86,54% con la misma densidad eléctrica. Lo anterior permitió evidenciar que dada la pasivación por óxidos impermeables y la corrosión anódica producto de la oxidación en operaciones con corriente directa el proceso de EC se hace menos eficiente (Asaithambi *et al.*, 2021). Lo anterior, también evidenciando en el tratamiento de aguas residuales producto de la fabricación de muebles, comprobándose que bajo corriente alterna, se logra a densidades de corriente de $197 A/m^2$ la remoción del 92,9% de DQO del efluente, condiciones que disminuyen la pasivación de electrodos, el desgaste del ánodo y los costos de operación (R. Silva *et al.*, 2023).

Tiempo de tratamiento

Como resultado de las investigaciones realizadas, en los tratamientos de EC, a mayores tiempos de operación los porcentajes de remoción de parámetros como Turbidez, DQO, TOC y TSS se reducen a 93,3%, 89,8%, 88,22% y 87,50% respectivamente a tiempo de 80 minutos (Abdul Rahman *et al.*, 2020). Para efluentes con cargas de

tintes, las eficiencias de remoción de color a tiempos de tratamiento de 6 a 12 minutos evidencian variaciones del 88,72% al 93% respectivamente con electros de acero (Yaqub *et al.*, 2023). Como en las investigaciones anteriores, en el tratamiento de aguas residuales producto de molinos de aceite de palma, a mayores tiempos de electrólisis con aumentos en el suministro de la corriente, los efectos de tratamiento aumentan, dada la mayor producción de hidróxidos metálicos, obteniendo para estos efluentes resultados de remoción de DQO, DBO y Sólidos suspendidos (SS) de 97,21%, 99,26% y 99,00% respectivamente en tiempos de operación de 44.97 minutos y densidades de corriente de 542 mA/cm² (Nasrullah *et al.*, 2022). Un comportamiento también reportado en el tratamiento de aguas residuales de vertederos, con la evaluación de los tiempos de electrólisis en el tratamiento, con la evidencia de aumentos en la remoción de DQO desde los 30 minutos a los 240 minutos de tratamiento, obteniendo resultados de remoción desde 3.3% a 90% respectivamente (Gautam *et al.*, 2022). Lo anterior también puede evidenciarse en el tratamiento de aguas residuales de ebullición del corcho, para este estudio se emplean dosis de electrolitos (NaCl) para el aumento en la conductividad; donde se evidenciaron reducciones en el contenido de DQO a tiempos de operación de 20 minutos y 60 minutos, afirmando que para condiciones de la concentración más alta de NaCl (1,2 g/L) los tiempos de operación disminuyen, además del consumo de electricidad y se obtienen remociones de DQO altas, este hallazgo demuestra que es posible optimizar las condiciones para obtener mejores resultados a menores tiempos y minimizando los costos de operación (Silva *et al.*, 2022).

Condiciones de pH

Como uno de los factores importantes dentro de la EC, el pH afecta la eficiencia del proceso en términos de la formación y solubilidad de los hidróxidos metálicos (Yaqub *et al.*, 2023). Para eficiencias en la remoción de turbidez de aguas residuales sintéticas se reportan cambios en los porcentajes del 80% al 89% con condiciones de pH 7.0 y 7.3 (Jafari *et al.*, 2023). En este mismo sentido, en aguas residuales de destilería se evaluó los porcentajes de remoción de DQO en función del aumento del pH, obteniendo resultados del 95% para valores de 7,0; comprobando mayor eficiencia en condiciones neutras, esto debido a que bajo pH ácido la oxidación de iones ferrosos a férricos disminuye, y consigo los porcentajes de remoción de la demanda química de oxígeno (Asaithambi *et al.*, 2021). En el tratamiento de aguas residuales de mina con condiciones iniciales de pH ácidas, los valores óptimos de operación fueron cercanos a la neutralidad, de 7,1 y 7,2 con la adición de NaCl como electrolito, el cual permitió aumentos en los valores de pH dada la reducción de iones H⁺ por la reducción de iones férricos a ferrosos en electrodos de Fe empleados en el sistema y al aumento de la producción de OH⁻ en el medio (Alam *et al.*, 2022).

Como los ensayos anteriores, en el tratamiento de aguas residuales de la industria papelera, se evidencia mayor eficiencia del proceso de electrocoagulación a medida que el pH es cercano a la neutralidad, la evaluación entre valores de 5,0 a 9,0 demuestra el aumento gradual en la remoción de DQO y color en el rango de 5,0 a 7,0 esto debido a la producción de hidróxidos de hierro de la forma $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Mientras que para pH inferiores a 6 y superiores a 8,0 el proceso resulta menos eficiente. Los porcentajes de DQO y color removidos son del 68% y 94% respectivamente (Kumar y Sharma, 2022).

Electrocoagulación en tratamientos combinados

Dentro de los procesos de tratamiento de aguas residuales, la electrocoagulación ha sido empleada dentro de las fases de pretratamiento asistiendo a procesos de tratamientos de aguas residuales, como los expuestos en la Tabla 2. Tal es el caso del realizado por Lugo *et al.* (2022), en la remoción de bisfenol A y triclosan empleando un sistema de tratamiento por biocatálisis asistido por EC; obteniendo porcentajes de remoción del 42% y 76% respectivamente posterior al tratamiento electroquímico y el 66% y 28% de remoción final en el proceso biocatalítico, siendo la EC un pretratamiento que generó las condiciones favorables al actuar sobre la mayoría de los compuestos que interfieren en la actividad de las enzimas.

Para el tratamiento de aguas residuales producto de la curtiduría, se han empleado tratamientos combinando los procesos electrocoagulación y ozonización precedidos de un proceso de sedimentación. Este último, con un tiempo de residencia de 60 minutos con adición de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (hidróxido de calcio) para la remoción de turbidez del 75%; seguido en el proceso de EC (continua) con el agregado de una solución de poliamida, se evidencian porcentajes de remoción de DQO y color del 67,3% y 95% respectivamente, como resultado de la actividad floculante de la solución agregada. Finalmente, del efluente tratado por ozonización, se obtienen remociones del 38% para DQO (Navas *et al.*, 2022).

Los sistemas híbridos de electrocoagulación y electrooxidación han sido aplicados como tratamiento híbrido en aguas residuales del lavado de contenedores industriales, efluentes con alto contenido en fósforo. La EC es empleada como pretratamiento favoreciendo las condiciones finales del efluente para la EO, permitiendo inicialmente la remoción del fósforo en un 97% evitando la eliminación de los OH^- en el proceso de EO; adicionalmente bajo las condiciones de pH inicial de 7,0 se comprobó la una eficiencia de remoción de DQO del 84%, realizando el tratamiento sin ajuste de pH (Sanni *et al.*, 2022). En otras investigaciones como la de Song *et al.* (2022) aplicaron un reactor de electrocoagulación y electrooxidación en el tratamiento de aguas residuales Cu-EDTA, obteniendo resultados de remoción de DQO y Cu del 90,0% y 95,43% respectivamente empleando en el medio el NaCl (cloruro de sodio) afirmando las ventajas de emplear

este electrolito en el sistema EC-EO en este tipo de efluentes, además de la eficiencia de en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales. Con esta misma línea del combinado EC-EO las aguas residuales bovinas han sido tratadas, obteniendo mejoras en la calidad del efluente en relación a DQO, N-NO₃ y N-T con porcentajes de remoción del 70%, 80% y 20% bajo las condiciones óptimas de tratamiento, resaltando la eliminación total de fosfatos durante el proceso de EC e incremento en la remoción de DQO al iniciar la EO; por otra parte, el porcentaje de eliminación de nitratos (N-NO₃) disminuyó al iniciar la EO, lo que se atribuye a la reacción de los hidroxilo con otras formas nitrogenadas dando como resultado nitrato más estable, por lo que se requiere realizar el proceso de EO antes de la EC para la remoción del nitrógeno total (N-T) (Stylianou *et al.*, 2020).

Dentro de las alternativas de tratamientos combinados, la electrocoagulación se ha empleado junto a procesos de electroflotación en el tratamiento de aguas residuales de rendering, como tratamiento primario en la remoción de DQO obteniendo porcentajes de eliminación de 72,0% junto a un 64% de recuperación de grasas, presentando ventajas frente a la recolección de grasas o como sistema de tratamiento primario para efluentes con estas características (Xie *et al.*, 2022).

Tabla 2. *Tratamientos combinados con electrocoagulación.*

Efluente	Tratamiento	Configuración de electrodos	Condiciones de operación	Porcentaje de remoción	Autor (s)
Bisfenol A y triclosan	EC–Bio	3 placas de Al en posición paralela Distancia: 20 mm	pH: 3,0 0,83 mA/cm ² 10 minutos	66% bisfenol A 76% triclosan	(Lugo <i>et al.</i> , 2022)
Industria paneles de fibra	SE- EC–OZ	Ánodo: Al Cátodo: Fe	214,3 A/m ² 20 mins	DQO 90,9% Color 100.0% TS 73.7% SS 99.7%	(Navas -cardenas <i>et al.</i> , 2022)

Efluente	Tratamiento	Configuración de electrodos	Condiciones de operación	Porcentaje de remoción	Autor (s)
Lavado de contenedor industrial	EC- EO	Ánodo: Fe (4) Cátodo: Grafito (4) Distancia: 1.0 cm Ánodos: Ti/IrO ₂ – BDD- MMO	pH: 7,0 0,08 A/cm ² 90 minutos	Fósforo 97% DQO 95%	(Sanni <i>et al.</i> , 2022)
Cu-EDTA	EC- EO	Ánodo: 2 placas RuO ₂ – IrO ₂ /Ti–Al Cátodo: Al	pH: 7,0 10,29 mA/cm ² 60 minutos	DQO 85,01% Cu 99,85%	(Song <i>et al.</i> , 2022)
Aguas residuales bovinas	EC- EO	3 electrodos de Al Distancia: 0,5 cm Electrodo diamante dopado con boro (BDD)	200 A/m ² 2 horas	DQO 70% N-NO ₃ 80% N-T 20%	(Stylianou <i>et al.</i> , 2020)
Rendering	EC – EO	Electrodos horizontales (Laminas) Ánodo: Al Cátodo: Acero inoxidable Distancia: 2cm	2,0 mA/cm ² 15 minutos 100 rpm 24 horas sedimentación	DQO 72,2%	(Xie <i>et al.</i> , 2022)

Nota. Estudios sobre el proceso de electrocoagulación (EC) en combinación con otros procesos de tratamiento en aguas residuales de la industria en general y la configuración del sistema de tratamiento. Bio (biocatálisis); EO (electrooxidación); EF (electroflotación); OZ (ozonación); SE (sedimentación); Al (Aluminio); Fe (Hierro).

Electrocoagulación asistida por coagulantes naturales

Para el tratamiento de aguas residuales se ha incrementado las investigaciones que evalúan el uso de coagulantes naturales, como sustitutos de sales metálicas, hidróxidos metálicos ($\text{Al}(\text{OH})_3$ y $\text{Fe}(\text{OH})_3$), además de coagulantes inorgánicos polimerizados (Cloruro de polialuminio / PAC) (Dayarathne *et al.*, 2021) ampliamente utilizados en el tratamiento del agua. De los coagulantes naturales se destacan los activos extraídos de plantas, destacando las especies como *Monringa oleifera* Lam, *Mussa* L, *Tamarindus Indica* L, *Opuntia stricta* (Haw.) Haw (Nhut *et al.*, 2021; Hussain y Haydar, 2021; Zainol y Nasuha Mohd Fadli, 2020; Chitra y Muruganandam, 2019).

Para los extraídos de las especies del género *Opuntia*, se resaltan investigaciones que han evaluado su absorción como polvo coagulante y la del proceso de electrocoagulación, estableciendo las comparaciones entre estos tipos de tratamiento. Tal es el caso del estudio realizados por (Abrane *et al.*, 2021) en el tratamiento de aguas residuales lácteas; para el método con coagulantes naturales se describe la estructura del polvo de *Opuntia ficus indica*, con láminas rígidas y cavidades de tamaños diferentes que favorecen la absorción, para estos ensayos se obtuvieron porcentajes de remoción para DQO, turbidez y DBO del 50%, 55% y 60% respectivamente con unas dosis óptimas de 1g/L de polvo, pH 7,03 y tiempo de absorción de 30 minutos. Para el tratamiento con electrocoagulación, los ensayos se realizaron con electrodos de aluminio, con 1 cm de distancia entre estos, a densidad de corriente de 15 mA/cm², pH 7,03 y tiempo de operación de 15 minutos, con porcentajes de remoción del 80%, 99% y 98% para DQO, turbidez y DBO respectivamente.

Más allá del estudio comparativo entre ambos tipos de tratamiento, la combinación del proceso de electrocoagulación asistida por mucílago de *O. ficus indica*, ha sido estudiada en la remoción de turbidez de aguas con gel sílice obteniéndose porcentajes de remoción del 93,14% operando a condiciones óptimas del 2.5 mg/L de polvo, 21,2 V, 9.65 pH con conductividad del 2.61 mS/cm, empleando electrodos de aluminio. Reportando aumentos del 30,94% en comparación con el tratamiento de electrocoagulación convencional; además de la disminución del consumo de energía específico con la adición del mucílago (Djerroud *et al.*, 2018).

Dentro de los coagulantes naturales también empleados están los extraídos de la especie *Moringa oleifera*, Gali Aba Lulesa *et al.* (2022) han probado su actividad coagulante en comparación con el proceso de electrocoagulación y el efecto en la mejora de la calidad del agua con el combinado de ambos procesos. El tratamiento solo con *M. oleifera* alcanzó porcentajes de remoción de DQO, DBO, TDS, fosfatos, TSS y color de 85,48%, 78,50% 84,50%, 95,70% y 94,50% respectivamente, con una dosis de 0,5 g, a 50 minutos de contacto y 20 minutos de sedimentación bajo condiciones de pH 11. Por otro lado, con

el proceso de electrocoagulación operado con electrodos de aluminio, pH 11, corriente de 0,5A y tiempo de operación a 50 minutos, se evidencian porcentajes de remoción máximos del 90,50%, 87%, 97,50%, 89,10%, 95,80% y 96,15% para DQO, DBO, TDS, fosfatos, TSS y color respectivamente. Lo anterior evidencia que el tratamiento solo con el coagulante natural y el EC asistido por este, presentan diferencias en términos de la remoción de algunos parámetros; para el coagulante de *M. olifera* la cantidad de fosfatos eliminados en el proceso es mayor en comparación con el proceso de EC. Sin embargo, se obtienen porcentajes de remoción máximos del 91,47% (DQO), 89,35% (DBO), 97,60% (TDS), 90,20% (fosfato), 96,10% (TSS) y 95,70% (color) con la aplicación de EC asistida por el polvo de *M. oleifera*. con dosis de 0,5 g, pH 11, corriente de 0,5 A y tiempo de reacción de 50 minutos.

Conclusiones

Las investigaciones llevadas a cabo en torno al tratamiento de aguas residuales demuestran la tendencia de la implementación de tratamientos alternativos amigables con el ambiente. Un avance en materia de tecnologías pensadas en la verdadera resolución de las problemáticas de demandas exhaustivas de agua en los diferentes sectores que resultan como efluentes no tratados sin posibilidades de reusarse en las actividades que sea posible. En los procesos de electrocoagulación se resaltan los avances en materia de ensayos a escala de laboratorio en el tratamiento de diferentes tipos aguas residuales, sin embargo, surge la necesidad de investigaciones con escalas de madurez tecnológica que permitan su evaluación y optimización en reactores adaptables a la amplia gama de efluentes que requieren tratamientos.

En este mismo aspecto, dentro de los procesos de electrocoagulación el que se haya evaluado por algunos autores las opciones de suministro de energía para el tratamiento electroquímico, incentiva a futuros estudios que permitan el uso de energías renovables y su implementación junto al sistema de electrocoagulación en las plantas de tratamiento. Es importante resaltar la apuesta por la integración de tratamientos alternativos como los coagulantes naturales, en un sistema híbrido que bajo condiciones óptimas obtenga los máximos porcentajes de remoción en materia de DQO, DBO, turbidez, pH entre otros. La seguridad de agua limpia y saneamiento, la preservación de la vida en ecosistemas acuáticos y terrestres, es sin duda el camino a la sostenibilidad, sin embargo, la amplia variedad de efluentes con cargas orgánica e inorgánica vertidas a suelos y cuerpos de aguas superficiales representa una amenaza. Este panorama se convierte en uno de los más grandes desafíos en términos de ciencia, tecnología e innovación a nivel mundial, una búsqueda de alternativas con eficiencias de remoción altas, manejo adecuado de

subproductos de los procesos y respaldas por el análisis de estudios de costos económicos en la implementación de nuevas tecnologías

Referencias

- Abdul Rahman, N., Albania Linus, A., Gilan, U. J., Jihed, E. E., Kumar, N. K. M. F., Yassin, A., & Philip, A. (2020). Experimental study of batch electrocoagulation treatment of peat water in Sarawak with aluminium electrodes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 778(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/778/1/012126>
- Abrane, R., Hazourli, S., & Eulmi, A. (2021). Comparative study between electrocoagulation and adsorption on the opuntia ficus indica powder for industrial dairy wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment*, 228, 153–164. <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27342>
- Adou, K. E., Kouakou, A. R., Ehouman, A. D., Tyagi, R. D., Drogui, P., & Adouby, K. (2022). Coupling anaerobic digestion process and electrocoagulation using iron and aluminium electrodes for slaughterhouse wastewater treatment. *Scientific African*, 16, e01238. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01238>
- Aguas, Y., Hincapie, M., Martínez-Piernas, A. B., Agüera, A., Fernández-Ibáñez, P., Nahim-Granados, S., & Polo-López, M. I. (2019). Reclamation of Real Urban Wastewater Using Solar Advanced Oxidation Processes: An Assessment of Microbial Pathogens and 74 Organic Microcontaminants Uptake in Lettuce and Radish. *Environmental Science and Technology*, 53(16), 9705–9714. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b00748>
- Ahmad, A., Priyadarshini, M., Das, I., Ghangrekar, M. M., & Surampalli, R. Y. (2023). Surfactant aided electrocoagulation/flotation using punched electrodes for the remediation of salicylic acid from wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(1), 109049. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.109049>
- Aitbara, A., Khelalfa, A., Bendaia, M., Abrane, R., Amrane, A., & Hazourli, S. (2021). Treatment of dairy wastewater by electrocoagulation using A-U4G (2017-Al) alloy and pure aluminium as electrode material. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s41207-020-00227-2>
- Al-Amshawee, S. K., Yunus, M. Y., & Azoddein, A. A. (2020). A Review Study of Biofilm Bacteria and Microalgae Bioremediation for Palm Oil Mill Effluent: Possible Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 736(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/736/2/022034>
- Alam, P. N., Yulianis, Pasya, H. L., Aditya, R., Aslam, I. N., & Pontas, K. (2022). Acid mine wastewater treatment using electrocoagulation method. *Materials Today: Proceedings*, 63, S434–S437. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.089>
- AlJaberi, F. Y., Ahmed, S. A., Makki, H. F., Naje, A. S., Zwain, H. M., Salman, A. D., Juzsakova, T., Viktor, S., Van, B., Le, P. C., La, D. D., Chang, S. W., Um, M. J., Ngo, H. H., & Nguyen, D. D. (2023). Recent advances and applicable flexibility potential of electrochemical pro-

- cesses for wastewater treatment. *Science of the Total Environment*, 867(January). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161361>
- Amri, I., Herman, S., Fadhlah Ramadan, A., & Hamzah, N. (2022). Effect of electrode and electric current on peat water treatment with continuous electrocoagulation process. *Materials Today: Proceedings*, 63, S520–S525. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.873>
- Asaithambi, P., Govindarajan, R., Yesuf, M. B., Selvakumar, P., & Alemayehu, E. (2021). Investigation of direct and alternating current-electrocoagulation process for the treatment of distillery industrial effluent: Studies on operating parameters. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2), 104811. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104811>
- Asaithambi, P., Yesuf, M. B., Govindarajan, R., Hariharan, N. M., Thangavelu, P., & Alemayehu, E. (2022). A Review of Hybrid Process Development Based on Electrochemical and Advanced Oxidation Processes for the Treatment of Industrial Wastewater. *International Journal of Chemical Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1105376>
- Bachmann Pinto, H., Miguel de Souza, B., & Dezotti, M. (2018). Treatment of a pesticide industry wastewater mixture in a moving bed biofilm reactor followed by conventional and membrane processes for water reuse. *Journal of Cleaner Production*, 201, 1061–1070. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.113>
- Baía, A., Lopes, A., Nunes, M. J., Ciriaco, L., Pacheco, M. J., & Fernandes, A. (2022). Removal of Recalcitrant Compounds from Winery Wastewater by Electrochemical Oxidation. *Water (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/w14050750>
- Bani-Melhem, K., Al-Kilani, M. R., & Tawalbeh, M. (2023). Evaluation of scrap metallic waste electrode materials for the application in electrocoagulation treatment of wastewater. *Chemosphere*, 310(July 2022), 136668. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136668>
- Bingul, Z., Irdemez, S., Yildiz, Y., & Demircioglu, N. (2022). Organic and inorganic matter removal from tannery wastewater using the electrocoagulation process. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(2), 2171–2180. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04144-5>
- Biswas, B., & Goel, S. (2022). Electrocoagulation and electrooxidation technologies for pesticide removal from water or wastewater: A review. *Chemosphere*, 302(April), 134709. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134709>
- Boinpally, S., Kolla, A., Kainthola, J., Kodali, R., & Vemuri, J. (2023). A state-of-the-art review of the electrocoagulation technology for wastewater treatment. *Water Cycle*, 4(December 2022), 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2023.01.001>
- Cao, Y., Malmali, M., Qian, X., & Wickramasinghe, S. R. (2022). Continuous electrocoagulation-membrane distillation unit for treating hydraulic fracturing produced water. *Journal of Water Process Engineering*, 50(May), 103219. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103219>

- Chen, R. F., Wu, L., Zhong, H. T., Liu, C. X., Qiao, W., & Wei, C. H. (2021). Evaluation of electrocoagulation process for high-strength swine wastewater pretreatment. *Separation and Purification Technology*, 272(April), 118900. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.118900>
- Chen, Z., Wu, G., Wu, Y., Wu, Q., Shi, Q., Ngo, H. H., Vargas Saucedo, O. A., & Hu, H. Y. (2020). Water Eco-Nexus Cycle System (WaterEcoNet) as a key solution for water shortage and water environment problems in urban areas. *Water Cycle*, 1(April), 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.05.004>
- Chitra, D., & Muruganandam, L. (2019). Performance of Natural Coagulants on Greywater Treatment. *Recent Innovations in Chemical Engineering (Formerly Recent Patents on Chemical Engineering)*, 13(1), 81–92. <https://doi.org/10.2174/2405520412666190911142553>
- Das, P. P., Sharma, M., & Purkait, M. K. (2022). Recent progress on electrocoagulation process for wastewater treatment: A review. *Separation and Purification Technology*, 292(March), 121058. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.121058>
- Dayarathne, H. N. P., Angove, M. J., Aryal, R., Abuel-Naga, H., & Mainali, B. (2021). Removal of natural organic matter from source water: Review on coagulants, dual coagulation, alternative coagulants, and mechanisms. *Journal of Water Process Engineering*, 40(November), 101820. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101820>
- Deepa, D., Keerthana, R., Pratheep Kumar, R., & Suryaprakash, R. (2022). Primary treatment of dairy wastewater using bio based natural coagulants. *Materials Today: Proceedings*, 60, 616–621. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.125>
- Djerroud, N., Adjeroud, N., Felkai-Haddache, L., Hammoui, Y., Remini, H., Dahmoune, F., Merzouk, B., & Madani, K. (2018). Enhanced electrocoagulation–electroflotation for turbidity removal by *Opuntia ficus indica* cladode mucilage. *Water and Environment Journal*, 32(3), 321–332. <https://doi.org/10.1111/wej.12328>
- El-Naggar, M. A., Hassan, N. A., Nosier, S. A., Abdel-Aziz, M. H., Sedahmed, G. H., & Fathalla, A. S. (2022). Remediation of Wastewater Containing Insecticides by Electrocoagulation in a New Electrochemical Reactor. *Water, Air, and Soil Pollution*, 233(12). <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05998-8>
- Gali Aba Lulesa, T., Beyene, D., Ebba, M., & Kenea, G. (2022). Water Treatment Using Natural Coagulant and Electrocoagulation Process: A Comparison Study. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4640927>
- Gautam, P., Kumar, S., Vishwakarma, S., & Gautam, A. (2022). Synergistic optimization of electrocoagulation process parameters using response surface methodology for treatment of hazardous waste landfill leachate. *Chemosphere*, 290(October 2021), 133255. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133255>
- Ghasemi, N., Gbeddy, G., Egodawatta, P., Zare, F., & Goonetilleke, A. (2020). Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from wastewater using dual-mode ultrasound system. *Water and Environment Journal*, 34(S1), 425–434. <https://doi.org/10.1111/wej.12540>

- Guo, Z., Zhang, Y., Jia, H., Guo, J., Meng, X., & Wang, J. (2022). Electrochemical methods for landfill leachate treatment: A review on electrocoagulation and electrooxidation. *Science of the Total Environment*, 806, 150529. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150529>
- Hellal, M. S., Doma, H. S., & Abou-Taleb, E. M. (2023). Techno-economic evaluation of electrocoagulation for cattle slaughterhouse wastewater treatment using aluminum electrodes in batch and continuous experiment. *Sustainable Environment Research*, 33(1). <https://doi.org/10.1186/s42834-023-00163-0>
- Hu, Y., Zhou, L., Zhu, J., & Gao, J. (2023). Efficient removal of polyamide particles from wastewater by electrocoagulation. *Journal of Water Process Engineering*, 51(December 2022). <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103417>
- Hugar, G. M., & Marol, C. K. (2020). Feasibility of electro coagulation using iron electrodes in treating paper industry wastewater. *Sustainable Water Resources Management*, 6(4). <https://doi.org/10.1007/s40899-020-00433-4>
- Hussain, G., & Haydar, S. (2021). Textile Effluent Treatment Using Natural Coagulant *Opuntia stricta* in Comparison with Alum. *Clean–Soil, Air, Water*, 49(10), 1–10. <https://doi.org/10.1002/clen.202000342>
- Igwegbe, C. A., Onukwuli, O. D., Ighalo, J. O., & Umembamalu, C. J. (2021). Electrocoagulation-flocculation of aquaculture effluent using hybrid iron and aluminium electrodes: A comparative study. *Chemical Engineering Journal Advances*, 6(March), 100107. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.100107>
- Jaco, E., Gómez, W., Loroña, F., Zamora, N., & Huaman, N. (2022). *Las Aguas Residuales Grises Y Su Aplicación En Un Sistema Piloto*. 004, 157–171.
- Jafari, E., Malayeri, M. R., Brückner, H., & Krebs, P. (2023). Impact of operating parameters of electrocoagulation-flotation on the removal of turbidity from synthetic wastewater using aluminium electrodes. *Minerals Engineering*, 193(July 2022), 108007. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2023.108007>
- Jasim, B. A., Al-Furaiji, M. H., Sakran, A. I., & Abdullah, W. I. (2020). A competitive study using UV and ozone with H₂O₂ in treatment of oily wastewater. *Baghdad Science Journal*, 17(4), 1177–1182. <https://doi.org/10.21123/bsj.2020.17.4.1177>
- Kumar, D., & Sharma, C. (2022). Paper industry wastewater treatment by electrocoagulation and aspect of sludge management. *Journal of Cleaner Production*, 360(March), 131970. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131970>
- Lourinho, G., & Brito, P. S. D. (2021). Electrolytic Treatment of Swine Wastewater: Recent Progress and Challenges. *Waste and Biomass Valorization*, 12(2), 553–576. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-00951-4>
- Lugo-Bueno, S. F., García-Morales, R., Coronel, R., Aguilar-Hernandez, I., Becerril-Bravo, J. E., Barrios-Perez, J. A., Mahlknecht, J., Cano-Quiroz, A., & Ornelas-Soto, N. (2022). Biocatalysis assisted by electrochemical processes for the removal of bisphenol A and tri-

- cloasan in wastewater. *Environmental Technology and Innovation*, 28, 102921. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102921>
- Malik, S. N., Khan, S. M., Ghosh, P. C., Vaidya, A. N., Kanade, G., & Mudliar, S. N. (2019). Treatment of pharmaceutical industrial wastewater by nano-catalyzed ozonation in a semi-batch reactor for improved biodegradability. *Science of the Total Environment*, 678, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.097>
- Mayyahi, A. Al, & Al-asadi, H. A. A. (2018). *Advanced Oxidation Processes (AOPs) for Wastewater Treatment and Reuse : A Brief Review*. 2(3), 18–30.
- Mohamad, Z., Razak, A. A., Krishnan, S., Singh, L., Zularisam, A. W., & Nasrullah, M. (2022). Treatment of palm oil mill effluent using electrocoagulation powered by direct photovoltaic solar system. *Chemical Engineering Research and Design*, 177, 578–582. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2021.11.019>
- Nasrullah, M., Ansar, S., Krishnan, S., Singh, L., Peera, S. G., & Zularisam, A. W. (2022). Electrocoagulation treatment of raw palm oil mill effluent: Optimization process using high current application. *Chemosphere*, 299(October 2021), 134387. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134387>
- Navas-Cárdenas, C., Rajendran, S., Ramírez, T., & Muñoz, F. (2022). Combined sedimentation, electrocoagulation and ozone processes for the wastewater treatment in an Ecuadorian MDF industry. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(12), 11699–11710. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-03961-y>
- Nhut, H. T., Hung, N. T. Q., Lap, B. Q., Han, L. T. N., Tri, T. Q., Bang, N. H. K., Hiep, N. T., & Ky, N. M. (2021). Use of Moringa oleifera seeds powder as bio-coagulants for the surface water treatment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(8), 2173–2180. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02935-2>
- Olabi, A. (2023). Ultrasound-assisted photo-Fenton process for treatment of pulp and paper mill wastewater and reduction of phytotoxicity. *Water and Environment Journal*, December 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1111/wej.12841>
- Ozturk, A., Aygun, A., & Nas, B. (2019). Application of sequencing batch biofilm reactor (SBBR) in dairy wastewater treatment. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 36(2), 248–254. <https://doi.org/10.1007/s11814-018-0198-2>
- Pandis, P. K., Kalogirou, C., Kanellou, E., Vaitsis, C., Savvidou, M. G., Sourkouni, G., Zorpas, A. A., & Argiris, C. (2022). Key Points of Advanced Oxidation Processes (AOPs) for Wastewater, Organic Pollutants and Pharmaceutical Waste Treatment: A Mini Review. *ChemEngineering*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/chemengineering6010008>
- Patel, R. K., Shankar, R., Khare, P., & Mondal, P. (2022). Treatment of sugar processing industry wastewater using copper electrode by electrocoagulation: Performance and economic study. *Journal of the Indian Chemical Society*, 99(8), 100563. <https://doi.org/10.1016/j.jics.2022.100563>

- Pinto, C., Fernandes, A., Lopes, A., Nunes, M. J., Baía, A., Ciriaco, L., & Pacheco, M. J. (2022). Re-use of Textile Dyeing Wastewater Treated by Electrooxidation. *Water (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/w14071084>
- Rodriguez Jimenez, D. M., & Gallego Suárez, D. D. J. (2019). Evaluación del quitosano como coagulante para el tratamiento de efluentes piscícolas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 6–17. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.73340>
- Rout, P. R., Zhang, T. C., Bhunia, P., & Surampalli, R. Y. (2021). Treatment technologies for emerging contaminants in wastewater treatment plants: A review. *Science of the Total Environment*, 753, 141990. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141990>
- Safwat, S. M., Mohamed, N. Y., & El-Seddik, M. M. (2023). Performance evaluation and life cycle assessment of electrocoagulation process for manganese removal from wastewater using titanium electrodes. *Journal of Environmental Management*, 328(December 2022), 116967. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116967>
- Sanni, I., Karimi Estahbanati, M. R., Carabin, A., & Drogui, P. (2022). Coupling electrocoagulation with electro-oxidation for COD and phosphorus removal from industrial container wash water. *Separation and Purification Technology*, 282(PA), 119992. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.119992>
- Show, K. Y., Ling, M., Guo, H., & Lee, D. J. (2020). Laboratory and full-scale performances of integrated anaerobic granule-aerobic biofilm-activated sludge processes for high strength recalcitrant paint wastewater. *Bioresource Technology*, 310(March), 123376. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123376>
- Silva, J. R., Carvalho, F., Vicente, C., Santos, A. D., Quinta-Ferreira, R. M., & Castro, L. M. (2022). Electrocoagulation treatment of cork boiling wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(3). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.107750>
- Silva, R., Santos, A. D., Silva, F., Mano, J. T., Vicente, C., & Castro, L. M. (2023). *Chemosphere Electrocoagulation treatment of furniture industry wastewater*. 328 (February). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138500>
- Song, P., Sun, C., Wang, J., Ai, S., Dong, S., Sun, J., & Sun, S. (2022). Efficient removal of Cu-EDTA complexes from wastewater by combined electrooxidation and electrocoagulation process: Performance and mechanism study. *Chemosphere*, 287(P1), 131971. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131971>
- Stylianou, M., Montel, E., Dermentzis, K., & Agapiou, A. (2020). Electrochemical Treatment of Cattle Wastewater Samples. *Waste and Biomass Valorization*, 11(10), 5185–5196. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01056-8>
- Tahreen, A., Jami, M. S., & Ali, F. (2020). Role of electrocoagulation in wastewater treatment: A developmental review. *Journal of Water Process Engineering*, 37(June), 101440. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101440>
- Toh, Y. P., Bashir, M. J. K., Guo, X., Wong, L. P., Ozturk, D., Amr, S. S. A., & Lim, J. W. (2023). Advanced treatment of poultry slaughterhouse wastewater using electrocoagulation and

- peroxidation: parametric analysis and process optimization. *International Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-04824-w>
- Trompette, J. L. (2022). On the specific limitations of titanium electrodes in the electrocoagulation process. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 648(May), 129196. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.129196>
- Ungureanu, N., Vladuț, V., Cristea, M., & Cujbescu, D. (2020). Wastewater electrooxidation using stainless steel electrodes. *E3S Web of Conferences*, 180, 1–11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018003015>
- van Vliet, M. T. H., Jones, E. R., Flörke, M., Franssen, W. H. P., Hanasaki, N., Wada, Y., & Yearsley, J. R. (2021). Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. *Environmental Research Letters*, 16(2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abbfc3>
- Xie, A., Ladner, D. A., & Popat, S. C. (2022). Electrocoagulation-electroflotation for primary treatment of animal rendering wastewater to enable recovery of fats. *Chemical Engineering Journal*, 431(P1), 133910. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.133910>
- Yang, X., López-Grimau, V., Vilaseca, M., Crespi, M., Ribera-Pi, J., Calderer, M., & Martínez-Lladó, X. (2021). Reuse of textile wastewater treated by moving bed biofilm reactor coupled with membrane bioreactor. *Coloration Technology*, 137(5), 484–492. <https://doi.org/10.1111/cote.12543>
- Yang, Y., Li, Y., Mao, R., Shi, Y., Lin, S., Qiao, M., & Zhao, X. (2022). Removal of phosphate in secondary effluent from municipal wastewater treatment plant by iron and aluminum electrocoagulation: Efficiency and mechanism. *Separation and Purification Technology*, 286(November 2021), 120439. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.120439>
- Yaqub, A., Raza, H., Ajab, H., Shah, S. H., Shad, A., & Bhatti, Z. A. (2023). Decolorization of Reactive Blue-2 Dye in Aqueous Solution by Electrocoagulation Process Using Aluminum and Steel Electrodes. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 9(September 2022), 100248. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100248>
- Yasasve, M., Manjusha, M., Manojj, D., Hariharan, N. M., Sai Preethi, P., Asaithambi, P., Karmegam, N., & Saravanan, M. (2022). Unravelling the emerging carcinogenic contaminants from industrial waste water for prospective remediation by electrocoagulation – A review. *Chemosphere*, 307(P3), 136017. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136017>
- Yazici Guvenc, S., Varank, G., Can-Güven, E., Ercan, H., Yaman, D., Saricam, E., & Türk, O. K. (2022). Application of the hybrid electrocoagulation–electrooxidation process for the degradation of contaminants in acidified biodiesel wastewater. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 926(August), 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2022.116933>
- Yildiz, S., & Olabi, A. (2021). Effect of Fe²⁺ and Fe⁰ Applied Photo-Fenton Processes on Sludge Disintegration. *Chemical Engineering and Technology*, 44(1), 95–103. <https://doi.org/10.1002/ceat.202000269>

- Zainol, N. A., & Nasuha Mohd Fadli, N. (2020). Surface Water Treatment Using Tamarind Seed as Coagulants via Coagulation Process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 864(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012172>
- Zaldivar-Díaz, J. M., Martínez-Miranda, V., Castillo-Suárez, L. A., Linares-Hernández, I., Solache Ríos, M. J., & Alcántara-Valladolid, A. E. (2023). Synergistic electrocoagulation–precipitation process using magnesium electrodes for denim wastewater treatment: Bifunctional support electrolyte effect. *Journal of Water Process Engineering*, 51(November 2022). <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103369>
- Zulzikrami Azner Abidin, C., Muhammad Ridwan, F., Haqi Ibrahim, A., Rosmady Rahmat, N., Farah Mohamed Hussein, N., & Ahmad, R. (2020). Electro-oxidation as Tertiary Treatment Techniques for Removal of Palm Oil Mill Effluent. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 864(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012208>

Los Centros Históricos en la modernización de la ciudad latinoamericana: una revisión documental

Historic Centers in the Modernization of the Latin American City: A Documentary Review

Francesca Lucía Martínez Buelvas¹, Gilberto Emiro Martínez Osorio²

Resumen

Los centros históricos representan una muestra tangible de la historia, y son objeto de estudio e investigación, al estar sujetos a constantes cambios en su estructura urbana y social. Su transformación es un proceso complejo que representa una ruptura en las prácticas tradicionales y se ha extendido internacionalmente, posiblemente debido a la rápida urbanización, el crecimiento de la población y las migraciones internas. La modernización de los centros históricos genera nuevas dinámicas urbanas que ejercen una fuerte presión sobre ellos. En este documento se presenta una revisión temática sobre la necesidad de modernización en los centros históricos de diferentes ciudades, los procesos derivados de esta necesidad y el abordaje presentado en los diferentes casos desde la perspectiva de múltiples autores e investigadores. El principal objetivo de este documento es presentar un balance sobre la literatura hallada acerca de las permanencias y transformaciones de las ciudades en los últimos 10 años.

Palabras clave: Centro Histórico, Transformación Urbana, Modernización, Historia.

1 Especialista en Tecnología en Construcción Sustentable, de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR. Arquitecta, egresada de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR. Joven Investigadora adscrita al Grupo de Investigación en Teoría e Historia de la Arquitectura y la Ciudad GITHAC. Correo: francesca.martinez@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7087-9433>

2 Doctor en Artes de la Universidad de Antioquia. Magíster en Historia y Teoría del Arte, la Arquitectura y la Ciudad, de la Universidad Nacional de Colombia. Arquitecto egresado de la Corporación Universitaria de la Costa. Docente universitario de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR. Investigador Asociado a Minciencias. Correo: gilberto.martinez@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8763-3112>

Abstract

Historic centers represent a tangible sample of history, and are the object of study and research, as they are subject to constant changes in their urban and social structure. Its transformation is a complex process that represents a break in traditional practices and has spread internationally, possibly due to rapid urbanization, population growth, and internal migration. The modernization of historic centers generates new urban dynamics that exert strong pressure on them. This document presents a thematic review on the need for modernization in the historic centers of different cities, the processes derived from this need, and the approach presented in the different cases from the perspective of multiple authors and researchers. The main objective of this document is to present a balance on the literature found about the permanence and transformations of cities in the last 10 years.

Keywords: Historic Center, Urban Transformation, Modernization, History

Introducción

Los centros históricos suelen ser considerados como uno de los espacios urbanos más emblemáticos de cada ciudad; dentro de ellos convergen múltiples grupos sociales, y se integran muchas de las representaciones sociales, culturales y patrimoniales de cada ciudad, enmarcadas en un período de tiempo específico. Estos espacios tan vitales, son una muestra tangible de la historia cultural, del paso del tiempo y de las distintas corrientes arquitectónicas, por tanto, constantemente, han sido un objeto de estudio y de análisis extensivo por parte de investigadores, historiadores, urbanistas y arquitectos. A través del tiempo, se han presentado situaciones que modifican las dinámicas establecidas, y generan cambios en la estructura urbana y social de estos espacios. La transformación de los centros históricos, es un proceso complejo y extenso, que representa una ruptura en las prácticas tradicionales. Por años, esta tendencia se ha extendido a través de diferentes países y se estima que factores como la rápida urbanización de las ciudades, el crecimiento de la población, y las migraciones internas, han modificado las condiciones de vida y se han creado nuevas dinámicas urbanas. Este tipo de procesos ejercen una fuerte presión sobre los centros históricos, generando una ineludible necesidad de modernización hasta lograr cierto grado de adaptación a las nuevas necesidades. Esto, deriva en múltiples problemáticas que serán abordadas en el presente documento. Para esta revisión documental, se logró recolectar información que identifique a los autores que están investigando esta temática en la última década: quiénes son, cuál es su lugar de origen, desde qué instituciones o grupos se producen este tipo de investigaciones, y

qué tipo de conocimiento ha sido producido acerca de esta temática, en otras ciudades a nivel internacional.

El principal objetivo de este documento es presentar un balance sobre la literatura hallada acerca de las permanencias y transformaciones de las ciudades, y más específicamente, de los centros históricos, en los últimos 10 años, aproximadamente. En esta revisión temática se realiza una exploración acerca de la necesidad de modernización en los centros históricos de diferentes ciudades, los procesos derivados de esta necesidad, y el abordaje que se ha presentado en los diferentes casos, desde la perspectiva de otros autores e investigadores. Este lapso de tiempo, nos permite recopilar información actualizada pero sustancial, que muestre un estado del arte vigente para este tema. Sin embargo, es necesario mencionar que hay una importante cantidad de información, y de autores, que han sido publicados mucho antes de tal período, que presentan información de mucho peso para la presente revisión, y que no han sido incluidas, debido a la necesidad de acotar la búsqueda en una ventana de tiempo específica. Fuera de este período, únicamente se incluyen algunos documentos sumamente relevantes para este tema. Como criterios de selección para la bibliografía que soporta la presente revisión, se tuvo en cuenta principalmente documentos provenientes de bases de datos, publicaciones de universidades, de revistas y *journals*, en una ventana de tiempo cercana a 2010. Como método de investigación y recolección de información, se clasificaron los documentos recopilados en 3 ámbitos. Inicialmente, el ámbito Internacional, en el que se abarcan documentos contextualizados en países como Argentina, México, Ecuador, España, y Latinoamérica en general. Como segundo contexto, se presenta Colombia, y se incluye toda la documentación relacionada con las transformaciones y los procesos de modernización dentro del país, incluyendo estudios de casos como Bogotá, Medellín, y Honda. Por último, se tiene en cuenta el contexto de la Región Caribe, en la que se incluye información importante acerca de departamentos y ciudades como Barranquilla, Atlántico; Cartagena, Bolívar; Sincelejo, Sucre; Corozal, Sucre y Santa Cruz de Mompox, Bolívar. El artículo toma conceptos y resultados de múltiples investigaciones, realizadas por investigadores y teóricos, quienes previamente han estudiado acerca de la historia, la modernización y las transformaciones en la morfología de las ciudades, y de sus centros históricos. A partir de allí, es posible identificar reflexiones alrededor del tema, observar los procesos que han tomado lugar en otras ciudades del mundo y reconocer problemas generados como consecuencia de la necesidad de modernización en las ciudades.

Caracterización del archivo documental

En una amplia búsqueda inicial, se pretendió recolectar la mayor cantidad de información relevante asociada con el tema, aplicando términos de búsqueda relacionados con las transformaciones urbanas y los procesos de modernización en múltiples ciudades. En total, se examinaron alrededor de 65 documentos, abarcando publicaciones desde la década de 1990, hasta la actualidad. Seguidamente, se filtraron y clasificaron 40 documentos finales, que fueron tenidos en cuenta para la presente revisión luego de aplicar ciertos parámetros como: fechas de publicación, en un período cercano a 10 años, lugar de origen, tipo de publicación y autores. En total, cerca de 57 autores fueron consultados, de los cuales, 41 fueron tenidos en cuenta para el desarrollo de la investigación. A continuación, se presenta una lista detallada de la literatura revisada, incluyendo año, título del documento, autor y país de origen.

Listado de documentos y autores

Cuadro 1. Listado de documentos, autores, año, y país.

Año	Documento	Autor(es)	País
2009	Globalización y transformaciones de la centralidad histórica en Buenos Aires.	Pablo Ciccolella & Iliana Mignaqui	Argentina
2009	La centralidad histórica: entre el nacionalismo del pasado (monumento) y el sentido social de hoy (centro vivo)	Fernando Carrión	Ecuador
2009	Los centros históricos de Iberoamérica. Políticas y improvisaciones.	Ramón Gutiérrez	Argentina
2019	Arquitectura, modernidad, modernización.	Jean-Louis Cohen, Andrés Ávila-Gómez & Diana Carolina Ruiz	Francia / Colombia
2018	Arquitectura moderna y modernización urbanística en Latino América (1930 – 1950): una revisión de las perspectivas y los métodos utilizados para su abordaje en la historiografía local.	Martín Fusco	Argentina
2003	Ciudad, modernidad, modernización.	Adrián Gorelik	Argentina

Año	Documento	Autor(es)	País
2009	Intervalo nacional-moderno de la arquitectura latinoamericana 1929 – 1939.	Jorge Ramírez Nieto	Colombia
2021	Después de la heroica fase de exploración. La historiografía urbana en América Latina.	Gerardo Martínez D. & Germán Mejía P.	Colombia
2016	La arquitectura moderna en Latinoamérica.	Ana Maluenda	España
2013	Los trajines callejeros, memoria y vida cotidiana. Quito, siglos XIX y XX.	Eduardo Kingman & Blanca Muratorio	Ecuador
2012	Una mirada crítica a la arquitectura latinoamericana del siglo XX. De las realidades a los desafíos.	Ramón Gutiérrez & Rodrigo Gutiérrez	Argentina
2022	Gestión y transformación en ciudades patrimoniales intermedias, estudio de caso: Honda, Tolima (1977 y 2010).	Ingrid Cuervo M.	Colombia
2011	El deseo de modernidad en la Bogotá republicana. Un ejercicio sobre comunicación y ciudad.	Juan Carlos Pérgolis	Argentina
2011	Las formas urbanas como modelo. La planificación y la urbanización de vivienda como agentes de cambio en la forma del tejido de la ciudad, Bogotá 1948-2000.	Álvaro Javier Bolaños Palacios	Colombia
2010	El espejismo de la modernidad en Medellín: 1890-1950.	Fernando Botero	Colombia
2009	El Madrid moderno, capital de una España en transformación.	Luis E. Otero & Rubén Pallol	España
2014	Bogotá, urbanismo posmoderno y la transformación de la ciudad contemporánea.	John Williams Montoya	Colombia
2014	Jorge Gaitán Cortés y la introducción del urbanismo moderno en Colombia.	Maarten Goossens	Colombia
1999	Arquitectura colombiana en el siglo XX: edificaciones en busca de ciudad.	Alberto Saldarriaga	Colombia

*Los Centros Históricos en la modernización de la ciudad latinoamericana:
una revisión documental*

Año	Documento	Autor(es)	País
2019	Memoria de la historia: publicaciones de arquitectura en Colombia.	Alberto Saldarriaga	Colombia
2018	La Avenida Caracas y la modernización de Bogotá desde comienzos del Siglo XX hasta 1968	Fernando Rojas Parra	Colombia
2013	El plano Bogotá Futuro. Primer intento de modernización urbana.	José M. Alba Castro	Colombia
2012	Del olvido a la modernidad: Medellín (Colombia) en los inicios de la transformación urbana, 1890-1930.	Juan Carlos Gómez Lopera	Colombia
2019	Los aljibes de Sincelejo: Una mirada desde la sostenibilidad.	Gilberto Martínez Judith Vergara Francisco Monterroza	Colombia
2015	Cartagena y Mompox patrimonios de la humanidad.	Luis Fernando González Escobar	Colombia
2013	Arquitectura e imaginarios urbanos en las Sabanas del Sur de Bolívar, 1948 – 1968 (actual Departamento de Sucre).	Pedro Arturo Martínez Osorio	Colombia
2015	Arquitectura del caribe colombiano en la 2da mitad del siglo XX: Prácticas e ideas desde la obra de Ujueta, Cepeda, Delgado y Hernández.	Gilberto Martínez Osorio	Colombia
2013	La arquitectura moderna en Sucre: Una mirada desde la obra de José Rodrigo De Vivero.	Pedro Arturo Martínez Osorio	Colombia
2016	El Camellón “Once de Noviembre”: prácticas culturales y representaciones en el espacio público de Sincelejo. 1910 – 1945.	Gilberto Martínez Osorio	Colombia
2014	In memoriam: Giancarlo Macchi, un arquitecto italiano en el Caribe colombiano (1940-2010).	Pedro Arturo Martínez Osorio	Colombia

Año	Documento	Autor(es)	País
2012	“Que el sr. alcalde haga destruir las casas pajizas”: El proceso de transformación urbana en Barranquilla a finales del siglo XIX y principios del XX.	Ángela Agudelo González & Willian Chapman Quevedo	Colombia
2015	De la arquitectura singular, a la arquitectura consonante: La relación entre la arquitectura y la forma de la ciudad en el Caribe colombiano, 2da mitad del siglo XX. Una mirada desde la obra de Ujueta, Cepeda, Delgado y Hernández.	Gilberto Martínez Osorio	Colombia
2016	Transformaciones urbanas de Barranquilla (Colombia) en el contexto de la urbanización, 1920- 1940.	Rosana Garnica & Karen Valencia	Colombia
2010	Turismo y centros históricos.	Alberto Samudio	Colombia
2018	El urbanismo contingente en las obras públicas y el gobierno urbano: Barranquilla en las décadas de 1950 y 1960.	Oscar Iván Salazar Arenas	Colombia
2015	¿...Y qué fue del patrimonio urbano arquitectónico de Antioquia?	Luis Fernando González Escobar	Colombia
2008	El romance del espacio público.	Adrián Gorelik	Argentina
1997	Arquitectura colombiana de los años 30 y 40: la modernidad como ruptura.	Silvia Arango	Colombia
2014	Barranquilla, Modernización y Movimiento Moderno (1842 -1964).	Carlos Bell Lemus	Colombia
2014	Colombia: Centralidades históricas en transformación.	Fernando Carrión	Ecuador

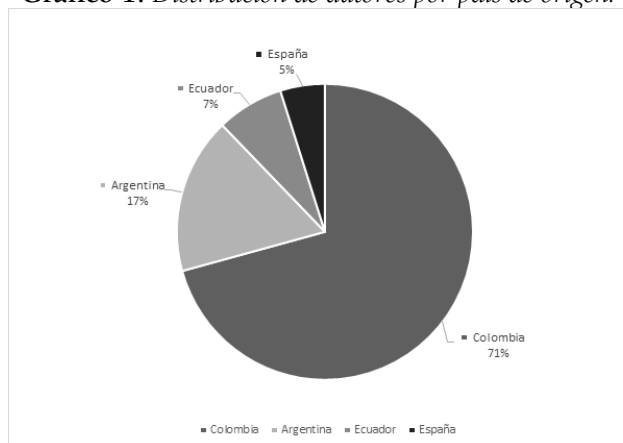
Fuente: elaboración propia.

En su gran mayoría, los documentos incluidos en el listado previo, presentan un abordaje sobre las múltiples problemáticas reconocidas durante el desarrollo de procesos de transformación urbana en distintas ciudades, o alternativamente, siguen líneas investigativas cercanas al tema, que proporcionan información útil para comprender el contexto en el que se desarrollan este tipo de procesos. Estos documentos otorgan una

perspectiva complementaria a la revisión, permitiendo una reconstrucción e interpretación más amplia de las situaciones sociales asociadas a las transformaciones urbanas. Para lograr una aproximación al tema y entender quiénes son los autores e investigadores explorados, es válido conocer información precisa sobre su origen, desde qué lugares y a qué escala practican este tipo de investigaciones, y desde qué instituciones o grupos se interesan en la modernización y las modificaciones de la morfología urbana en los centros históricos. Conocer estos referentes, permite comprender las posibles perspectivas y enfoques que los investigadores tienen sobre el tema. Inicialmente, se logra clasificar a los autores según su país de origen, y se presentan los resultados en el siguiente gráfico.

Distribución de autores por país de origen

Gráfico 1. *Distribución de autores por país de origen.*



Fuente: elaboración propia.

Según esta clasificación, se identificó que, en su mayoría, los autores seleccionados para la revisión provienen de países de Latinoamérica. De los 40 nombres incluidos, el 71% representa a 29 autores originarios de Colombia, mientras que el 17% incluye a 7 autores de Argentina y el 7% a 3 de Ecuador. El 5% restante de los seleccionados proviene de España, con 2 autores. En cuanto a las instituciones que respaldan estos documentos, se estableció que la temática ha sido investigada y publicada a través de universidades como la Universidad HafenCity de Hamburgo, la Universidad de Dresde, la Universidad Andina Simón Bolívar, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Los Andes, la Universidad Católica, la Universidad Jorge Tadeo Lozano, la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad de Antioquia, la Universidad del Norte, y la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. A su vez, se identificaron ciertas entidades e instituciones interesadas en la preservación del patrimonio arquitectónico

como la Organización Latinoamericana y del Caribe de Centros Históricos – OLACCHI, y también, en el estudio de las ciencias sociales en América Latina, como FLACSO Andes. Como producto de estas investigaciones, se destacan las publicaciones halladas en revistas de divulgación científica y journals, como Centro-h, Universitas Humanística, Historia Contemporánea, Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Credencial Historia, Dearq, Exeditio, Revista de Arquitectura, Historelo, Memorias, y Procesos Urbanos. La diversidad de literatura, entidades que exploran el tema, podría sugerir que es de interés general y ha sido objeto de estudio de forma global.

Resultados de la revisión documental

Con el objetivo de simplificar la comprensión de la información seleccionada, se tipificaron los hallazgos en una serie de categorías explicativas, asociando conceptos y términos afines, para presentar los datos extraídos de varios documentos, y entenderlos como un conjunto coherente. El uso de este sistema conceptual permitió agrupar la información para posteriormente, analizarla con mayor precisión y facilitar la presentación de los resultados obtenidos. Luego de efectuar una minuciosa revisión de cada documento fue posible identificar un total de 9 categorías explicativas, que se replican en múltiples autores, quienes reconocieron procesos similares a través de varias ciudades. Se estableció que, las 9 categorías corresponden a situaciones que han tomado lugar en cada ciudad o centro histórico, al inicio o durante los procesos de transformación urbana o que, en su defecto, pueden considerarse un catalizador de los mismos. A continuación, se presenta un listado detallado con las categorías identificadas.

Categorías explicativas

Cuadro 2. Listado de categorías explicativas.

1.	Descentralización de los centros históricos.
2.	Vaciamiento de sociedad.
3.	Conflicto: Ruptura con la tradición y rechazo hacia el pasado.
4.	Dilema: Conservación o renovación.
5.	Crecimiento hacia la periferia.
6.	Dependencia cultural frente a Europa o Norteamérica.
7.	Imaginario urbanos y relación con el espacio.
8.	Deseo de modernidad y transformación como medio para mejorar la calidad de vida.

Fuente: elaboración propia.

Desde el inicio de la revisión es posible identificar cómo varias de estas categorías se entrelazan y funcionan paralelamente, para dar como resultado final una serie de cambios en las dinámicas urbanas de cada ciudad. En la primera categoría explicativa, se identifican autores como Fernando Carrión, Ramón Gutiérrez, Adrián Gorelik, Pablo Ciccolella, Iliana Mignaqui, Gerardo Martínez y Germán Rodrigo Mejía, quienes, a partir de sus investigaciones, afirman que la descentralización de los centros históricos toma lugar cuando los centros empiezan a perder las funciones principales que lo identifican, a medida que la población crece y las ciudades se expanden hacia la periferia. En esta primera clasificación, la principal característica es que el centro histórico, que tradicionalmente había sido considerado el punto de mayor centralidad en la ciudad, o su casco fundacional, empieza a verse deshabitado mientras comienza a obtener nuevas funciones, por ejemplo, de uso comercial en lugar de residencial, y a ser reemplazado de forma gradual por nuevos núcleos urbanos que pueden estar ubicados en la periferia o los suburbios. De acuerdo con los autores, se evidencia este proceso en metrópolis como Buenos Aires, Quito y Bogotá.

Como segunda categoría, se logró denominar el vaciamiento de sociedad, que podría definirse como el fenómeno social que implica que la población habitante del centro histórico, tradicionalmente de clase alta, comience a migrar a nuevos y modernos barrios periféricos, abandonando así sus actividades residenciales, económicas, culturales y sociales en el centro. Al leer los productos de autores como Fernando Carrión, Ramón Gutiérrez, Gerardo Martínez Delgado, Germán Rodrigo Mejía, Adrián Gorelik, Luis Enrique Otero Carvajal, Rubén Pallol Trigueros, Eduardo Kingman, Blanca Muratorio, y Fernando Botero, se identifican referencias a este fenómeno en ciudades como Quito, Buenos Aires, Cartagena y Medellín. Es importante resaltar el caso de Cartagena de Indias, mencionado por Ramón Gutiérrez en su artículo “Los centros históricos de Iberoamérica. Políticas e improvisaciones.” (Gutiérrez, 2009), donde el autor tiene en cuenta el turismo como un elemento dinámico, y hace referencia a los riesgos de hacer a un lado a los habitantes locales, especialmente cuando se presenta un enfrentamiento o lucha territorial con inversionistas a gran escala. En concordancia con otros autores, Gutiérrez hace una clara mención a las evidentes situaciones de vaciamiento que tomaron lugar en la ciudad, reforzadas por parte de la clase pudiente y que resultaron en una posterior ocupación de los centros históricos por grupos sociales de menores ingresos económicos. Al concluir, denuncia la ejecución de políticas agresivas con el objetivo de desplazar a dicha población nuevamente, demoliendo espacios urbanos populares como el mercado público y la plaza de toros, y reemplazándolos con espacios privados como centros de convenciones, centros comerciales, y condominios exclusivos, con la finalidad de atraer a personas de altos ingresos, a vacacionar o adquirir casas de fines de semana. Este tipo de situaciones logran cercar a la población local compuesta por pescadores,

palenqueras, y vendedores ambulantes y finalmente se traducen en una distorsión a las dinámicas urbanas y sociales, pues el centro histórico queda parcialmente deshabitado al no lograr mantener su uso residencial de forma continua.

Una tendencia significativa que ha tomado lugar internacionalmente, y que podría ser una hipótesis sobre la motivación detrás de las transformaciones morfológicas, es el rechazo a los elementos urbanos, arquitectónicos y culturales propios, existentes en cada urbe, y el deseo de la población de romper con la tradición para lograr un cambio de estatus, diferenciarse del pasado y ser equiparados a otras ciudades modernas. Esto se reconoce como la tercera categoría, y en 2021 el autor Germán Mejía Pavony menciona el tema en el ensayo “El Espacio y El Tiempo”, que hace parte de su libro “La Historiografía Urbana en América Latina.” Este libro presenta una compilación de perspectivas de diferentes autores, distribuidos a lo largo de todo el subcontinente, y quienes se enfocan en la historiografía urbana de cada región y país, intentando entender sus transformaciones y explicar el paso de las ciudades coloniales a las ciudades del Siglo XX. Mejía Pavony ejemplifica esta categoría con el caso de Bogotá, Colombia, donde en medio de la transición, la sociedad manifestaba expresiones negativas y de rechazo ante la ciudad existente, y mantenía la iniciativa de transformarla en algo innovador, al ser “vergonzosa para los nuevos tiempos y, por ello, había que reemplazarla por una ciudad nueva” (Martínez Delgado & Mejía Pavony, 2021), mucho más moderna y que emulara lo que se presentaba en otras capitales latinoamericanas. Otros autores que también aportan a esta categoría, como Ramón Gutiérrez, identifican ciertas consecuencias de este rechazo al legado, como pérdida de los valores históricos de referencia, la falta de soporte cultural y el desconocimiento de las raíces propias.

Similarmente, la cuarta categoría presenta un dilema cercano que tradicionalmente se ha contemplado en la presente línea de investigación, y es la evidente disyuntiva entre la conservación o la renovación del patrimonio, que puede interpretarse como un conflicto enfrentado por las autoridades y por la comunidad, en relación a la necesidad de preservar los espacios históricos y culturales o promover activamente su modificación. Ambos ejes tienen aspectos positivos y negativos a considerar: mientras que la conservación puede ser interpretada como un enfoque para preservar la identidad y la memoria colectiva de una ciudad, también puede ser objeto del rechazo a la tradición, y ser considerado como falta de progreso o de modernidad, tal como se evidencia en la categoría anterior. Por otra parte, la renovación suele ser vista como un medio para mejorar la calidad de vida de la población, pero comúnmente puede acarrear consigo procesos de gentrificación y deterioro del legado cultural y arquitectónico. La arquitecta e investigadora colombiana Silvia Arango, expresa interrogantes muy válidos enfocados con las dos últimas categorías, número tres y cuatro. En su artículo “Arquitectura colombiana de los años 30 y 40: la modernidad como ruptura.” publicado por el Banco De La República, en la revista

Credencial Historia, Número 86, Arango plantea dudas acerca de la identidad de la arquitectura moderna en el país, el rechazo a los elementos tradicionales, y el dilema de la conservación frente a la renovación, ubicándose desde la óptica de un arquitecto de los años 30, quien vive en pleno proceso de transformación de la ciudad, y quien experimenta todos los cambios socioculturales, y la necesidad de modernización en tiempo real. Este planteamiento por parte de la autora, aporta una perspectiva extremadamente útil para lograr entender los retos y contradicciones que enfrenta la sociedad al hacer frente a la necesidad de renovación de los centros históricos.

Como quinta categoría se presenta el crecimiento hacia la periferia, que está estrechamente asociado a las categorías número uno y número dos. El crecimiento hacia los extremos, suele darse cuando las ciudades y sus centros históricos son elemento de flujos de migración masiva y fluctuaciones en la economía, los cuales traen como consecuencia las situaciones presentadas en las dos categorías mencionadas anteriormente. Los autores Ramón y Rodrigo Gutiérrez, en su artículo “Una mirada crítica a la arquitectura latinoamericana del siglo XX. De las realidades a los desafíos”, publicado en como parte del libro ‘1810-1910-2010. Independencias dependientes. Art and national identities in Latin America’, hablan sobre este fenómeno durante las décadas de 1950 a 1970, un periodo de tiempo relevante para la transformación de las ciudades latinoamericanas, al ser “momentos de crecimiento y consolidación de periferias pauperizadas, de concentración de inversiones inmobiliarias y de concreción de los grandes conjuntos de viviendas o de los guetos urbanos como las “ciudades universitarias” o los “centros cívicos”. Es también el periodo de terciarización de zonas que expulsan los usos residenciales y crean funciones discontinuas y de alta concentración modificando el carácter polifuncional de algunos barrios.” (Gutiérrez & Gutiérrez, Una mirada crítica a la arquitectura latinoamericana del siglo XX. De las realidades a los desafíos., 2012). Se identifica una clara mención del crecimiento hacia la periferia en zonas subdesarrolladas, y a su vez, se reconoce un vaciamiento de sociedad en el momento en que las zonas residenciales existentes se consideran hacinadas, y se crean nuevos núcleos urbanos de uso mixto, que claramente representan una descentralización.

La dependencia cultural frente a países desarrollados, ubicados en Europa o Norteamérica, se enumera como sexta categoría explicativa y se identifica a lo largo de toda la revisión, pues múltiples autores como Martín Fusco, Jorge Ramírez Nieto y Juan Carlos Pérgolis producen escritos describiendo las generalidades de este fenómeno con profundidad. En 2012, Ramón y Rodrigo Gutiérrez publican su escrito “Una mirada crítica a la arquitectura latinoamericana del siglo XX: De las realidades a los desafíos” para el libro *Independencias Dependientes*, donde critican fuertemente esta tendencia. Ambos autores mencionan la marcada obsesión latinoamericana por ‘ser modernos’, evidente desde el Siglo XIX, y afirman con seguridad que, desde entonces, la arquitectura latinoamericana

se ha acomodado a los cambios de modas provenientes de Francia, país del que proceden gran parte de los arquitectos fundadores de escuelas, y al cual irían a formarse los hijos de quienes pertenecían a la élite del pasado. Luego de lo que ellos describen como ‘un largo proceso de amnesia dependiente’ en Latinoamérica, Ramón y Rodrigo Gutiérrez, concluyen con una invitación a revalorizar la arquitectura propia y refuerzan la idea de que más allá de ‘lo histórico’, que está ligado a eventos o próceres de la historia, lo valioso suele ser ‘lo cultural’, lo cual involucra diferentes manifestaciones no tangibles de la cultura como símbolos, tradiciones, y modos de vida, y responde a una necesidad propia y un momento específico en el tiempo. Esta apreciación es sumamente valiosa para el proyecto investigativo en el que se enmarca este artículo de revisión documental, y será tenido en cuenta como referente teórico en la siguiente etapa del proyecto. En su disertación, Jorge Ramírez Nieto, mantiene la hipótesis de que la sociedad latinoamericana de la década de los años 30, se enfrentó a un compromiso ineludible de adoptar elementos de la modernización. Ramírez considera que las sociedades experimentaron un afán social para ejecutar avances y lograr que la realidad de su ciudad se asemejara a la vivida en otros países, lo que él explica como un “afán social por apresurar la marcha del paso del tiempo de la historia local, en un intento sin precedentes de sincronizar la realidad del presente local inmediato con la imagen moderna del futuro dinámico que se vivía en los países centro-europeos y en los Estados Unidos”. (Ramírez Nieto, 2009). En el caso específico de Bogotá, en “El deseo de modernidad en la Bogotá republicana.” Juan Carlos Pérgolis afirma que todos los cambios que tomaron lugar durante los inicios del Siglo XX, son respaldados por el deseo de modernidad de sus habitantes, y su anhelo de hacer parte de un mundo moderno. Esto trajo consigo, tendencias a imitar o depender culturalmente de otros modelos de ciudad, y copiar diseños y estilos arquitectónicos, al ver en las obras arquitectónicas y urbanas, una clara imagen o representación del avance como sociedad.

Al entender los imaginarios urbanos como la construcción mental y cultural que la población fabrica en torno a una ciudad o espacio en particular, fue posible establecer la categoría número siete, en la que se clasifican elementos como códigos, interpretaciones y representaciones sociales, y se infiere que la sociedad admite sus construcciones como un reflejo de sí misma. Cabe resaltar, que estos imaginarios urbanos varían completamente de ciudad a ciudad, y se torna más compleja la tarea de identificar similitudes o puntos en común entre varios autores. Sin embargo, se identifican autores como Gilberto Martínez y Pedro Martínez, quienes suelen hablar de la arquitectura desde las prácticas culturales y el contexto social de la época. Pedro Martínez destaca que el imaginario de ciudad moderna que se construyó en la región caribe colombiana, específicamente en las Sabanas del Sur de Bolívar (actual departamento de Sucre), más allá de la búsqueda de resolver las necesidades de la ciudad y de la población, se trataba de un medio para ostentar la capacidad económica de la élite social. De acuerdo a Rosana Garnica y Karen Valencia, una

situación similar se identifica en la ciudad de Barranquilla durante las décadas de 1920 a 1940, donde la urbe comienza a adquirir la connotación de una ciudad cosmopolita, al experimentar transformaciones impulsadas por la élite de la sociedad.

Finalmente, al describir la categoría explicativa número ocho, se evidencia que el deseo de modernidad se ha presentado previamente como una motivación para impulsar modificaciones en las estructuras urbanas, sin embargo, en esta categoría específicamente, se percibe la necesidad de transformación como un medio para mejorar la calidad de vida de la población. En esta categoría encajan perspectivas como la decisión de las familias de élite, de abandonar sus viviendas tradicionales en el centro histórico, y adquirir propiedades recién construidas en nuevos barrios periféricos que cumplieran con todos los equipamientos necesarios. De acuerdo a Oscar Iván Salazar, este proceso, se evidencia en Barranquilla, donde la modernidad local tiene dos connotaciones: la corriente arquitectónica y estética, y a su vez, la modificación palpable a las vías, calles, la capacidad de prestación de servicios públicos, y construcción de nuevos equipamientos y edificaciones. (Salazar Arenas, 2018).

A modo de cierre, se considera que los centros históricos son espacios urbanos primordiales que, en muchos casos, más allá de personificar expresiones e hitos históricos oficiales, representan manifestaciones simples e intangibles de la cultura, la sociedad y los habitantes de cada ciudad. El proceso de transformación y modernización de estos espacios es un tema complejo y podría afirmarse que, hasta inevitable, al aceptar que las dinámicas urbanas reflejan tanto las aspiraciones de progreso de la población, como las tendencias internacionales en materia de arquitectura y urbanismo.

Conclusión

Internacionalmente, las dinámicas urbanas y sociales experimentan constantes cambios, como producto del aumento de la población, las migraciones internas, las políticas públicas, las iniciativas privadas y las tendencias de la globalización. Todo esto, se ve reflejado en la estructura morfológica de las ciudades, las cuales pueden perder su centralidad, someterse a procesos de expansión, enfrentar dilemas, conflictos, y luchas territoriales; finalmente, todos estos procesos se traducen en la redefinición de los imaginarios urbanos y la relación con el espacio. A través de la recopilación de información proveniente de diversas fuentes, y la exploración del archivo documental, fue posible construir la lista de categorías explicativas, que simplifican la lectura de la información seleccionada y proporcionan una visión amplia de la literatura reciente en cuanto a la modernización y las transformaciones urbanas en diferentes contextos. A su vez, dichas categorías funcionan como herramienta conceptual para observar y comprender las tendencias y situaciones que han tomado lugar en otras ciudades en

medio de procesos de modernización similares, su abordaje y los enfoques que surgen como respuesta a ello. Es válido afirmar que las transformaciones y permanencias traen consigo desafíos asociados a la modernización, que se manifiestan en aspectos sociales, culturales, políticos, y económicos.

Referencias

- Agudelo González, Á., & Chapman Quevedo, W. (2012). “Que el Sr. Alcalde haga destruir las casas pajizas”: El proceso de transformación urbana en Barranquilla a finales del siglo XIX y principios del XX. *Memorias* (16), 197-223. doi:<https://doi.org/10.14482/memor.16.128.7>
- Alba Castro, J. M. (2013). El plano Bogotá Futuro. Primer intento de modernización urbana. *Anuario Colombiano De Historia Social Y De La Cultura*, 40(2), 179-208. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/achsc/article/view/42341>
- Arango, S. (1997). Arquitectura colombiana de los años 30 y 40: la modernidad como ruptura. *Credencial Historia* (86). Obtenido de <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-86/arquitectura-colombiana-de-los-anos-30-y-40-la-modernidad>
- Bell Lemus, C. (2014). Barranquilla, Modernización y Movimiento Moderno (1842 -1964). En *[Tesis de Doctorado en Arte y Arquitectura]* (pág. 282). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional De Colombia.
- Bolaños Palacios, A. J. (2011). Las formas urbanas como modelo: La planificación y la urbanización de vivienda como agentes de cambio en la forma del tejido de la ciudad, Bogotá 1948-2000. *Revista de Arquitectura*, 13, 23-37.
- Botero, F. (2010). El espejismo de la modernidad en Medellín: 1890-1950. *Lecturas de Economía*, 39(39), 11-57. doi: <https://doi.org/10.17533/udea.le.n39a5076>
- Carrión M, F. (2009). La centralidad histórica: entre el nacionalismo del pasado (monumento) y el sentido social de hoy (centro vivo). *Centro-h, Revista de la Organización Latinoamericana y del Caribe de Centros Históricos*, 3, 7-12. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10469/7834>
- Ciccolello, P., & Mignaqui, I. (2009). Globalización y transformaciones de la centralidad histórica en Buenos Aires. *Centro-h, Revista de la Organización Latinoamericana y del Caribe de Centros Históricos*, 3, 91-101. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10469/7834>
- Cohen, J.-L., Ávila-Gómez, A., & Ruiz, D. (2019). Arquitectura, modernidad, modernización. *Revista de Arquitectura*, 21(2), 126-142. doi:<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.2.2539>
- Cuervo Murillo, I. (2022). Gestión y transformación en ciudades patrimoniales intermedias, estudio de caso: Honda, Tolima (1977 y 2010). En *[Tesis de Maestría en Urbanismo]* (pág. 172). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81224>

- Esteban Maluenda, A. (2016). *La arquitectura moderna en Latinoamérica: antología de autores, obras y textos* (1 ed.). (A. Esteban Maluenda, Ed.) Barcelona, España: Reverté.
- Fusco, M. (2018). Arquitectura moderna y modernización urbanística en Latino América (1930 – 1950): una revisión de las perspectivas y los métodos utilizados para su abordaje en la historiografía local. *PosFAUUSP*, 25(47), 112-125. doi:<https://doi.org/10.11606>
- Garnica, R., & Valencia, K. (2016). Transformaciones urbanas de Barranquilla (Colombia) en el contexto de la urbanización, 1920- 1940. En J. E. Elías-Caro, & R. Román-Romero, *Cultura, ciudades y economía en el Caribe: Una mirada al litoral* (págs. 34-50). Barranquilla, Colombia: ACOLEC.
- Gómez Lopera, J. C. (2012). Del olvido a la modernidad: Medellín (Colombia) en los inicios de la transformación urbana, 1890-1930. *Historelo*, 4(7), 112-128. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/36868>
- González Escobar, L. F. (2015). ¿...Y qué fue del patrimonio urbano arquitectónico de Antioquia? *Revista Universidad De Antioquia*, 321, 118-126. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaudea/article/view/24519>
- González Escobar, L. F. (2015). Cartagena y Mompox patrimonios de la humanidad. *Revista Universidad de Antioquia*, 320, 112-119. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaudea/article/view/23229>
- Goossens, M. (2014). Jorge Gaitán Cortés y la introducción del urbanismo moderno en Colombia. *Dearq*(14), 210-223.
- Gorelik, A. (2004). Ciudad, modernidad y modernización. *Universitas Humanística*, 56(56), 11-27. Obtenido de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/univhumanistica/article/view/9694>
- Gorelik, A. (2008). El romance del espacio público. *Alteridades, Laboratorio de Cultura Urbana*, 18(36), 33-45. doi:<https://doi.org/10.24275/alte.v0i36>
- Guevara Ruiz, C. (2013). Relaciones de poder y estrategias de resistencia: proceso de modernización urbana en Quito, 1895–1932. En *Tesis (Maestría en Estudios Latinoamericanos. Mención en Política y Cultura)* (pág. 110). Quito, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Gutiérrez, R. (2009). Los centros históricos de Iberoamérica. Políticas e improvisaciones. *Cadernos de Arqitetura e Urbanismo*, 16 (18+19 = Volume Especial: Summer School), 321-335. doi:<https://doi.org/10.5752/P2316-1752.2009v16n18/19p321>
- Gutiérrez, R., & Gutiérrez, R. (2012). Una mirada crítica a la arquitectura latinoamericana del siglo XX. De las realidades a los desafíos. En E. Karge (Ed.), *1810-1910-2010. Independencias dependientes. Art and national identities in Latin America*. Dresde: Universidad de Dresde.
- Instituto Distrital de Patrimonio Cultural. (2013). *Colombia: Centralidades históricas en transformación* (1 ed.). (F. Carrión M, Ed.) OLACCHI. Obtenido de <https://idpc.gov.co/publicaciones/producto/colombia-centralidades-historicas-en-transformacion/>

- Martínez Delgado, G., & Mejía Pavony, G. R. (2021). Después de la heroica fase de exploración. La historiografía urbana en América Latina. Quito: Universidad de Guanajuato / Pontificia Universidad Javeriana: FLACSO Ecuador. doi:<https://doi.org/10.46546/2021-17>
- Martínez Osorio, G. (2015). *Arquitectura del caribe colombiano en la 2da mitad del siglo XX: Prácticas e ideas desde la obra de Ujueta, Cepeda, Delgado y Hernández*. Sincelejo, Colombia: CECAR. doi:<https://doi.org/10.21892/978958-8557298>
- Martínez Osorio, G. (2015). De la arquitectura singular, a la arquitectura consonante: La relación entre la arquitectura y la forma de la ciudad en el Caribe colombiano, 2da mitad del siglo XX. Una mirada desde la obra de Ujueta, Cepeda, Delgado y Hernández. *Memorias*(26), 27-64. doi:<https://doi.org/10.14482/memor.26.7299>
- Martínez Osorio, G. (2016). El Camellón “Once de Noviembre”: prácticas culturales y representaciones en el espacio público de Sincelejo. 1910 – 1945. *Memorias* (29), 15-51. doi:<https://doi.org/10.14482/MEMOR.29.8566>
- Martínez Osorio, G., Vergara Iglesia, J., & Monterroza Cuello, F. (2019). Los aljibes de Sincelejo: Una mirada desde la sostenibilidad. *Procesos Urbanos*, 6, 57-68. doi:<https://doi.org/10.21892/2422085X.457>
- Martínez Osorio, P. A. (2013). Arquitectura e imaginarios urbanos en las Sabanas del Sur de Bolívar, 1948 – 1968 (actual Departamento de Sucre). *Memorias*, 21, 83-100. doi:<https://doi.org/10.14482/memor.21.202.111>
- Martínez Osorio, P. A. (2013). La arquitectura moderna en Sucre: Una mirada desde la obra de José Rodrigo De Vivero. En *Proyecto y Arquitectura: Una mirada desde el Caribe* (págs. 141-154). CECAR. doi:<https://doi.org/10.21892/9789588557106>
- Martínez Osorio, P. A. (2014). In memoriam: Giancarlo Macchi, un arquitecto italiano en el Caribe colombiano (1940-2010). *Procesos Urbanos*, 1(1), 25-34. doi:<https://doi.org/10.21892/2422085X.15>
- Muratorio, B., & Kingman Garcés, E. (2014). Los trajines callejeros, memoria y vida cotidiana. Quito, siglos XIX y XX. Quito, Ecuador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales–FLACSO. Obtenido de https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bid=135426&tab=opac
- Otero Carvajal, L. E., & Pallol Trigueros, R. (2009). El Madrid moderno, capital de una España en transformación. *Historia Contemporánea*, 39, 541-588. doi:<https://doi.org/10.1387/hc.2380>
- Pérgolis, J. C. (2011). El deseo de modernidad en la Bogotá republicana. Un ejercicio sobre comunicación y ciudad. *Revista de Arquitectura*, 13(1), 4-12. Obtenido de <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/764>
- Ramírez Nieto, J. (2009). *Intévalo nacional-moderno de la arquitectura latinoamericana 1929–1939*. En [Tesis para obtener el título de Doctor-Ingeniero]. Hamburgo, Alemania: Universidad Hafencity de Hamburgo. Obtenido de <https://repos.hcu-hamburg.de/handle/hcu/532>

- Rojas Parra, F. (2018). La Avenida Caracas y la modernización de Bogotá desde comienzos del Siglo XX hasta 1968. En *[Tesis de Doctorado en Historia]* (pág. 289). Bogotá, Colombia: Universidad De Los Andes. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/38748>
- Salazar Arenas, Ó. I. (2018). El urbanismo contingente en las obras públicas y el gobierno urbano: Barranquilla en las décadas de 1950 y 1960. *SIIU*, 10, 17. doi:<https://doi.org/10.5821/siiu.9083>
- Saldarriaga Roa, A. (1999). Arquitectura colombiana en el siglo XX: edificaciones en busca de ciudad. *Credencial Historia*(114). Obtenido de <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-114/arquitectura-colombiana-en-el-siglo-xx>
- Saldarriaga Roa, A. (2019). Memoria de la historia: publicaciones de arquitectura en Colombia. *La Tadeo Dearte*, 5(5), 42-63. doi:<https://doi.org/10.21789/24223158.1596>
- Samudio, A. (2010). Turismo y centros históricos. *EXPEDITO*, 2, 26-33. Obtenido de <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/EXP/article/view/694>
- Williams Montoya, J. (2014). Bogotá, urbanismo posmoderno y la transformación de la ciudad contemporánea. *Revista de Geografía Norte Grande*, 57, 9-32. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022014000100003>

Cuadro de mando integral, planeación estratégica y gestión de indicadores: un análisis bibliométrico

Balanced Scorecard, Strategic Planning and Indicator Management: A Bibliometric Analysis

Germán David Aguas Jiménez¹, Rafael Humberto Merlano Porto²

Resumen

Esta investigación permite profundizar y complementar las investigaciones realizadas sobre el cuadro de mando integral, la planeación estratégica y gestión de indicadores, tomándose como temas fundamentales para el mejoramiento de la productividad y la competitividad, mediante la utilización de la técnica bibliométrica, con la cual es posible indagar, clasificar, y analizar fuentes escritas haciendo uso de las matemáticas y métodos estadísticos. Consecuentemente, se usó como fuente de información la base de datos de Scopus al considerarse como precisa y adecuada para este estudio, y como herramienta de análisis, VOSviewer y el paquete Bibliometrix, de R studio. Para este análisis se tuvo en cuenta exclusivamente artículos, cuyo periodo de tiempo se comprende entre los años 2000 y 2023. De tal manera que fue necesario el uso de indicadores de actividad o cantidad, impacto o calidad y de relación o estructurales. Finalmente, como resultado específico, se obtuvieron 75 documentos de referencia que posteriormente se analizaron y dieron como resultado que las publicaciones relacionadas tienen una tasa de crecimiento anual de 3.06%, donde la vida útil promedio es de aproximadamente 9.59 años; con un promedio de 24.65 citaciones y una coautoría internacional de 13.33% frente al total de la muestra. De la misma manera, se identificó que existe una variada red de revistas de alto impacto, las cuales abordan diferentes campos científicos o académicos que publican cada cierto periodo de tiempo, sobre los temas relacionados con esta investigación, desde campos del conocimiento como la ingeniería, negocios, gestión y contabilidad, entre otros.

Palabras clave: Bibliometría, bibliometrix, gestión, herramienta, planeación estratégica.

1 Ingeniero Industrial. Pasante Joven Investigador en la Corporación Universitaria del Caribe. Correo: germanaguasj@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1102-8710>

2 MSc. Ingeniería Industrial, énfasis en Producción y Optimización, Especialista en Gerencia de Proyectos, Docente e Investigador en la Corporación Universitaria del Caribe. Correo: rafael.merlano@ceccar.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7215-5368>

Abstract

This investigation allows to deepen and complement the investigations carried out on the balanced scorecard, strategic planning and management of indicators, taking as fundamental topics for the improvement of productivity and competitiveness, using the bibliometric technique, with which it is possible to investigate, classify, and analyze written sources using mathematics and statistical methods. Consequently, the Scopus database was used as a source of information, as it was considered accurate and adequate for this study, and as an analysis tool, VOSviewer and the Bibliometrix package, from R studio. For this analysis, exclusively articles were considered, whose period of time is between the years 2000 and 2023. In such a way that it was necessary to use indicators of activity or quantity, impact or quality and relationship or structural. Finally, as a specific result, 75 reference documents were obtained, which were subsequently analyzed and resulted in related publications having an annual growth rate of 3.06%, where the average useful life is approximately 9.59 years; with an average of 24.65 citations and an international co-authorship of 13.33% compared to the total sample. In the same way, it was identified that there is a varied network of high-impact journals, which address different scientific or academic fields that publish every certain period, on topics related to this research, from fields of knowledge such as engineering, business, management and accounting, among others.

Keywords: Bibliometrics, bibliometrix, management, tool, strategic planning.

Introducción

En el mundo moderno, las empresas ya no se enfocan únicamente en aplicar estrategias para controlar situaciones presentes, sino que invierten sus esfuerzos en el fortalecimiento de estrategias que permitan proyectar escenarios en el corto, mediano y largo plazo para tomar decisiones de éxito frente a los desafíos (López *et al.*, 2017). En ese sentido, la planificación estratégica empresarial se convierte en un proceso económico, organizativo y técnico considerablemente complejo con el cual las empresas pueden cumplir sus objetivos estratégicos a corto, mediano y largo plazo (Hernández Rodríguez *et al.*, 2017).

Comúnmente, suele afirmarse que si previamente se plantea una meta y la debida estrategia para alcanzarla, la gestión organizacional llevara a resultados exitosos (Reyes Molina, 2019). Por lo que, “se debe contar con la planificación funcional, que responde al establecimiento de las actividades que deben realizarse diariamente en aras de alcanzar los objetivos definidos por la alta gerencia en sus premisas de planeación” (Reyes Molina, 2019). Entonces, el diseño de la planeación estratégica desde la perspectiva de

la sostenibilidad en momentos de emergencia, es de vital importancia pues facilita de una manera u otra, dar soluciones efectivas a las circunstancias menos favorables para la empresa, (Luna-Altamirano *et al.*, 2020).

En general la ausencia de estrategias claras respecto a la “política de gestión de recursos escasos, pone de manifiesto las debilidades que caracterizan las capacidades organizativas de una empresa en relación con la necesidad de su adecuación a los cambios que se producen en el contexto particular vinculante” (Ghiglione, 2020). Es así como, las organizaciones obedecen a un alto grado de competitividad que impulsa de manera directa a los diferentes actores responsables del desarrollo a trabajar sobre el cambio continuo (Hancock, 2022). “Por tal razón es pertinente que las organizaciones se enfoquen al modelo más favorable de direccionamiento, puesto que esta será la base de su desarrollo a corto, mediano y largo plazo” (Rojas *et al.*, 2022).

Hoy por hoy, la incertidumbre, el cambio, y el riesgo, son temas claves a la hora de tomar decisiones estratégicas (OLARTE, 2006), pues anteriormente las empresas podían, hasta cierto punto, tener control sobre agentes o variables externos debido a que podían existir productos únicos, gustos de los clientes que se ajustaban a la escasa oferta del mercado, teniendo en cuenta que había poca competencia, sin embargo, dados los riesgos y la gran incertidumbre que acechan a las organizaciones y escenarios del mercado global cada vez más violentos y con los gustos de los clientes cada vez más volátiles, “se convierten en grandes barreras para la sostenibilidad de sus negocios” (Quijano & Herrera, 2017).

Por consiguiente, la información se ha posicionado como uno de los recursos principales que poseen las empresas junto a la mano de obra y las materias primas, ya que, se ha empezado a entender que “la información no es sólo un subproducto de la conducción empresarial, sino que a la vez alimenta a los negocios y puede ser uno de los tantos factores críticos para la determinación del éxito o fracaso de éstos” (Vázquez, 2019). Es por ello, que el flujo de información en las empresas es, actualmente, muy importante si lo que se quiere es mantener hasta cierto punto, un posicionamiento “estable” en el mercado global (García & Montes, 2018). No obstante, muchas empresas u organizaciones cuentan con grandes bancos de información pero poco o nada de conocimiento explícito que permita tomar o planificar estratégicamente para tomar decisiones en el corto, mediano y/o largo plazo (Plaza Guzmán *et al.*, 2023). De la misma forma, el desarrollo de nuevas tecnologías de medición ofrece grandes oportunidades para mejorar la calidad del producto, ya que todos los datos de cada serie se obtienen mediante mediciones en línea (Huang & Lv, 2020).

En efecto, la implementación de tecnologías trae consigo beneficios que permiten desde minimizar desperdicios hasta administrar de manera óptima la información, en

tiempo real. Para ello “las organizaciones deben contar con modelos automatizados de prevención y diagnóstico de errores” (Rey Sánchez *et al.*, 2022). En ese sentido, la revolución industrial que vive el mundo ha combinado un gran conjunto de tecnologías digitales avanzadas de alto impacto, tales como la manufactura aditiva, realidad aumentada, sensores, análisis de grandes volúmenes de datos, entre muchas otras.

“En un comienzo estos avances se relacionaron principalmente con conceptos como la industria 4.0 o la manufactura avanzada, pero también se aplican a otros sectores como la salud, la energía y el sector agrícola” (Sotomayor *et al.*, 2022). De allí surge que la IV revolución industrial o Industrias 4.0, emerge como un paradigma productivo nuevo el cual está basado principalmente en los cambios tecnológicos con un impacto radical en las empresas de diferentes sectores, a lo largo del mercado laboral que trae, generalmente, cambios estructurales permanentes (Rodríguez & Gómez, 2021). Así pues, las tecnologías de la información se convierten en un aspecto crucial para aumentar la productividad en el sector manufacturero. Requieren un cierto nivel de integración electrónica con procesos y máquinas en la planta de producción para obtener datos relevantes (Alatrística-Corrales *et al.*, 2021).

Paralelamente, se viene trabajando recientemente con Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP, por sus siglas en inglés), cuya finalidad consiste en dar soluciones de tecnologías de la información que brindan a la gerencia suficientes datos con los cuales se permite controlar de toda la empresa desde una perspectiva muy amplia, donde específicamente se puede hacer seguimiento al suministro, la programación, el inventario, y las solicitudes, entre otros aspectos (Chopra *et al.*, 2022). El Sistema Enterprise Resource Planning (ERP), “It handles transactions through enterprise-wide business processes using shared databases, standard methodologies, and data exchange across and within functional domains. Setting up an enterprise system is a complex activity and a costly and dangerous investment” [Maneja transacciones a través de procesos comerciales en toda la empresa utilizando bases de datos compartidas, metodologías estándar e intercambio de datos entre y dentro de dominios funcionales](Prakash *et al.*, 2022).

Si bien es cierto, las empresas requieren preparación para abordar temas de TI, esto se podría hacer de forma directa y sencilla por medio de un análisis sobre el grado de preparación organizacional desde las perspectivas de “la capacidad en TI, con lo que se podría tener una visión holística de su situación y, así, permitiría identificar de manera acertada el cuándo y el cómo invertir en TI para aprovechar de una mejor manera sus recursos tecnológicos” (Díaz-Pinzón *et al.*, 2022); facilitando así el apoyo para identificar los focos de inversión de recursos particulares, que sumados a las habilidades

y conocimiento de la gerencia, aportan directamente al desarrollo de capacidades y resultados positivos en TI.

Gestionar una organización bajo supuestos que van más allá de la perspectiva financiera se ha convertido en el punto de partida del Cuadro de Mando Integral (CMI), que desde sus inicios ha tenido una gran difusión en el ámbito académico y profesional (Montenegro & Callado, 2018). No obstante, el énfasis en la globalización, la creación de valor, el incremento de la presión competitiva y las necesidades de la economía basada en el conocimiento, han llevado a que las empresas u organizaciones adopten nuevos sistemas de gestión con el fin de obtener ventajas competitivas (Florencio *et al.*, 2019). Aún más, las organizaciones se ven obligadas a buscar y adoptar procedimientos de control cada vez más efectivos para garantizar de una manera u otra, el funcionamiento eficaz (Rodríguez Quesado *et al.*, 2014). Consecuentemente, se han desarrollado durante las últimas décadas, nuevas herramientas y modelos de control que combinan diferentes indicadores tanto financieros como no financieros con el fin último de mejorar el proceso de vinculación entre las estrategias y la medición general del desempeño. Ejemplo de esto, el cuadro de mando integral (CMI) o Balanced Scorecard (BSC), el cual permite generar considerables cambios en las diversas áreas de una empresa, conllevando a mejorar sustancialmente los márgenes de la empresa, en cuanto a rentabilidad (Loayza, 2022). Tal ha sido el impacto de dicha herramienta, que actualmente se considera que “The Balanced Scorecard (BSC) is one of the most influential strategy implementation and control tools of the past 75 years” [el Cuadro de Cando Integral (CMI) es una de las herramientas de implementación y control de estrategias más influyentes de los últimos 75 años] (Tawse & Tabesh, 2022).

Desde su origen y durante el periodo de tiempo comprendido entre 1992 y 2010, el BSC ha pasado por varias etapas de transformación, emergiendo inicialmente como una herramienta para la evaluación integral basada en principios económicos, y evolucionando posteriormente como un modelo alineado y global que permite orientar a las organizaciones o empresas hacia la generación de valor, como respuesta a la demanda de cada uno de los stakeholders o grupos de interés (Pérez Granero *et al.*, 2017).

El cuadro de mando integral está pensado y diseñado para aportar a la gestión organizacional a nivel estratégico, no obstante, hay datos básicos que pueden proceder de los niveles tácticos y operativos, conllevando a la necesidad de adquirir, verificar, procesar y convertir los datos en información para presentarlos como resultados reales para la toma de decisiones (Pérez, 2020). Es por esta razón que parece natural la utilización de herramientas informáticas que permitan manejar de la mejor manera todo un conjunto diverso de datos (Zóltowski, 2022).

Generalmente, todo esto nos lleva a que cuando algunos temas en particular alcanzan cierto grado de madurez o desarrollo y aceptación en la comunidad científica y/o académica al ser publicados y compartidos por medio de libros, conferencias y artículos, “se observa con frecuencia que la comunidad tiende a recapitular toda la información existente, tratando de resumir el conocimiento actual desarrollado a través de la fórmula de revisiones bibliográficas” (Suárez-Gargallo & Zaragoza-Sáez, 2023a), motivo por el cual se hace necesario llevar a cabo estudios bibliométricos, los cuales consisten en el uso de las “ matemáticas y métodos estadísticos a toda fuente escrita que esté basada en las facetas de la comunicación y que considere los elementos tales como autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma, resumen y palabras claves o descriptores”(Solano López *et al.*, 2009).

“La técnica bibliométrica analiza tres categorías diferentes: indicadores de cantidad o actividad, que principalmente proporcionan información sobre el volumen de publicaciones, autores más prolíficos, reseñas o países” (Suárez-Gargallo & Zaragoza-Sáez, 2023b); La segunda categoría se relaciona con los indicadores de calidad o impacto, con los cuales se mide “el efecto que un trabajo provoca en otros autores por las citas recibidas; e indicadores estructurales o de relación, que identifican y ponen de manifiesto en muchos casos los vínculos existentes entre los autores y sus obras” (Suárez-Gargallo & Zaragoza-Sáez, 2023b).

Dándole continuidad al criterio anteriormente mencionado se tiene que el principal problema bajo el cual se espera dar solución con esta investigación consiste en determinar cómo han evolucionado las investigaciones sobre el cuadro de mando integral, la planeación estratégica y la gestión de indicadores; tomándolos como temas relacionados en el marco de soluciones corporativas para el desarrollo e incremento de la productividad y la competitividad.

Revisión de la literatura

La bibliometría es definida por algunas organizaciones o instituciones académicas como una disciplina que al utilizar métodos estadísticos y matemáticos proporciona ciertos datos sobre la literatura científica, de tal forma que sirve entre otras cosas, para conocer, visibilizar y mejorar el impacto de la producción científica de autores, instituciones y países mediante los estudios bibliométricos, de la misma manera, con la bibliometría se pueden elaborar rankings de autores y universitarios, por áreas temáticas o departamentos con el objetivo de incrementar considerablemente la visibilidad del profesorado (Goretti, 2023). Por otra parte, también se ha definido la bibliometría como “una herramienta indispensable en diferentes escenarios de la sociedad y en especial en universidades, centros de investigación y bibliotecas” (Utadeo, 2023). Esta ofrece la posibilidad en

cuanto a la gestión y control de resultados de investigación, el aprendizaje para mejorar los procesos científicos que unidos a indicadores le dan una especial importancia.

Ahora bien, para el Observatorio de Bibliometría e Información Científica (obic) (2023), la bibliometría “es una parte de la cienciometría que aplica métodos matemáticos y estadísticos a toda la literatura de carácter científico y a los autores que la producen, con el objetivo de estudiar y analizar la actividad científica” de tal manera que se sustenta en leyes bibliométricas que se basan en tendencias o comportamientos estadísticos que muestra a lo largo del tiempo los elementos que hacen parte de la ciencia. Todo esto conduce hacia el mapeo y sistematización de la literatura existente, es decir, se presenta como respuesta para proporcionar mapas completos sobre las estructuras del conocimiento de corrientes literarias específicas (Rialti *et al.*, 2019). De esta manera, se puede entender entonces que esta técnica es la mejor opción para estudiar las estructuras conceptuales de temas particulares (Albort Morant & Leal Rodríguez, 2018).

Actualmente hay 6 categorías de indicadores que se pueden tener en cuenta al realizar un análisis bibliométrico, los cuales son: “Indicadores de producción, Indicadores de circulación, Indicadores de dispersión, Indicadores de uso de la literatura científica, Indicadores de visibilidad o impacto, Indicadores de colaboración” (OBIC, 2023). Estos surgen como respuesta a que metodológicamente “el análisis bibliométrico emplea un enfoque cuantitativo para la descripción, evaluación y seguimiento de la investigación publicada” (Dzikowski, 2018). Para ilustrar, los indicadores bibliométricos son entonces “datos numéricos calculados a partir de las características bibliográficas observadas en los documentos publicados en el mundo científico y académico” (Flores-Fernández & Aguilera-Eguía, 2019), lo que permite de esa manera el análisis de diversos rasgos de actividades científicas vinculados tanto a la producción como al consumo de la información que se genera.

Aterrizando lo anterior con la presente investigación, se expondrán a continuación algunas investigaciones realizadas anteriormente que de una manera u otra sirvieron como base para la realización de esta investigación.

Una investigación titulada *A bibliometric overview of the studies of entrepreneurship education and innovation*, cuyo propósito era llevar a cabo un diagnóstico de la evolución sobre las practicas innovadoras en el ámbito de la educación emprendedora, por lo que se utilizaron metodológicamente los indicadores de cantidad, calidad y estructurales para la realización para el análisis final de los resultados (Albort Morant & Leal Rodríguez, 2018). Paralelamente, durante el mismo año se publicó también el artículo *A bibliometric analysis of the balanced scorecard from 2000 to 2016* en el cual se tomaron en cuenta las variables asociadas a los indicadores que rigen el análisis bibliométrico, a partir de la identificación de 49 artículos asociados a su investigación (Montenegro & Callado,

2018). Las variables empleadas fueron las siguientes: número de autores, autores con más publicaciones, ubicación geográfica de las instituciones, enfoque y método para la recolección de los datos, entre otras.

En Polonia se llevó a cabo un estudio cuyo objetivo “fue determinar cómo y en qué medida se presentaron soluciones de inteligencia de negocio en artículos científicos sobre Balanced Scorecard publicados hasta 2022” (Zóltowski, 2022), encontrando que hay lagunas en ciertas áreas de investigación, manifestando entonces la importancia de la práctica de este tipo de investigaciones particularmente para los investigadores interesados en el balanced scorecard.

Durante el mismo año fue realizada la publicación de una investigación en la Journal of Open Innovation en la cual, en términos metodológicos, usaron criterios de exclusión para el estudio, tales como “Los documentos no publicados en inglés y otros documentos como capítulos de libros, actas de congresos y artículos de revisión”(Madhavan *et al.*, 2022), motivo por el cual fueron tenidos en cuenta 221 documentos, de los 619 obtenidos en Scopus, estableciendo de esa manera unos precedentes para futuras investigaciones sobre bibliometría.

Metodología

Enfoque

Esta es una investigación descriptiva de tipo cuantitativa, en la que se busca determinar desde la técnica bibliométrica, como han evolucionado las investigaciones sobre la planeación estratégica, el cuadro de mando integral e indicadores de gestión, tomándose como temas fundamentales para el mejoramiento de la productividad y la competitividad en las organizaciones. Para el análisis de los datos obtenidos mediante la técnica bibliométrica, se utiliza la herramienta de análisis integral de mapeo científico, Bibliometrix, en el lenguaje de programación R. Con el fin de complementar y hacer un análisis más detallado y robusto se utilizó el software VOSviewer en su versión más actualizada para construir y visualizar redes bibliográficas.

De la misma manera, se usaron los paquetes Excel y Access de Microsoft, Con el fin de normalizar los datos obtenidos tras la búsqueda en Scopus, para la construcción y visualización de las redes bibliográficas en VOSviewer, es decir, se organizaron los datos obtenidos para el establecimiento de las relaciones según las reglas de protección de datos de tal forma que se conserve cierto grado de flexibilidad al eliminar la redundancia y las dependencias incoherentes de los mismos.

Teniendo en cuenta que por medio de la bibliometría se realiza un análisis cuantitativo sobre la producción científica a través de la literatura y que se estudia la naturaleza y curso de disciplinas científicas (Espinosa Castro *et al.*, 2017), además de que existen indicadores bibliométricos que permiten la evaluación, determinación y establecimiento de proporciones de la información sobre “los resultados del crecimiento en el proceso investigativo en cualquier campo de la ciencia” (Espinosa Castro *et al.*, 2017). Se tienen en cuenta con el fin de valorar el impacto tanto de trabajos como de las fuentes como de la calidad de las actividades científicas las siguientes categorías de indicadores: Categoría de actividad, categoría de impacto y finalmente la categoría de relaciones.

Fuente de datos y estrategias de búsqueda

Para el levantamiento de la información se tomó como fuente de información Scopus, ya que es una base de datos en la que se pueden encontrar artículos de revistas científicas de alto impacto a nivel global, abarcando campos multidisciplinarios. Adicionalmente, Scopus permite visualizar métricas específicas sobre cada uno de los artículos como son índices de citas, recuento de visitas, entre otros, al igual que el índice H, con el cual se puede medir la productividad y el impacto de las obras publicadas por científicos o académicos.

Como estrategia se abordaron inicialmente los campos de búsqueda avanzada Title, Abstract, Keywords, para la de los temas planeación estratégica, cuadro de mando integral y gestión de indicadores. La búsqueda avanzada fue realizada en inglés bajo el siguiente algoritmo: TITLE-ABS-KEY (strategic AND planning) AND TITLE-ABS-KEY (balanced AND scorecard) AND TITLE-ABS-KEY (management AND Indicators), obteniendo como resultado de búsqueda una muestra inicial de 153 documentos relacionados, sin embargo, teniendo en cuenta que “El uso de ‘artículos’ como única fuente para los estudios bibliométricos, es una práctica habitual que garantiza cierto nivel de calidad y potencia la fiabilidad de los resultados”(Suárez-Gargallo & Zaragoza-Sáez, 2023b), se aplicó el filtro “Article” obteniendo un resultado final de 75 documentos relacionados.

Resultados

Análisis descriptivo de los resultados de la búsqueda

Los resultados principales de la búsqueda se presentan en la tabla 1, estos comprenden el periodo de tiempo del año 2000 hasta el año 2023, en el que se publicaron 75 artículos y cuya tasa anual de crecimiento es de 3.06%. También se puede apreciar

que la edad promedio de los documentos es de 9.59 años, con un promedio de 24.65 citaciones por documento. A partir de los mismos resultados presentados en la tabla, se puede inferir que existe un alto grado de colaboración por autores a nivel local, pues de 75 documentos tan solo 8 aparecen con un solo autor. Por otra parte, la coautoría internacional es de aproximadamente 13.33%.

Tabla1. *Información principal sobre los resultados de la búsqueda.*

Descripción	Resultados
Información principal sobre los resultados	
Intervalo de tiempo	2000:2023
Fuentes (revistas, libros, etc)	66
Documentos	75
Tasa de crecimiento anual %	3.06
Edad promedio del documento	9.59
Promedio de citas por documento	24.65
Referencias	2685
Contenido del documento	
Palabras clave Plus	509
Palabras clave del autor	237
Autores	
Autores	
Autores de documentos de un solo autor	8
Colaboración de autores	
Documentos de un solo autor	8
Coautores por documento	3.09
Coautorías internacionales %	13.33
Tipo de documentos	
Artículo	75

Nota. Esta tabla muestra los resultados del análisis realizado con la herramienta Bibliometrix, de R.

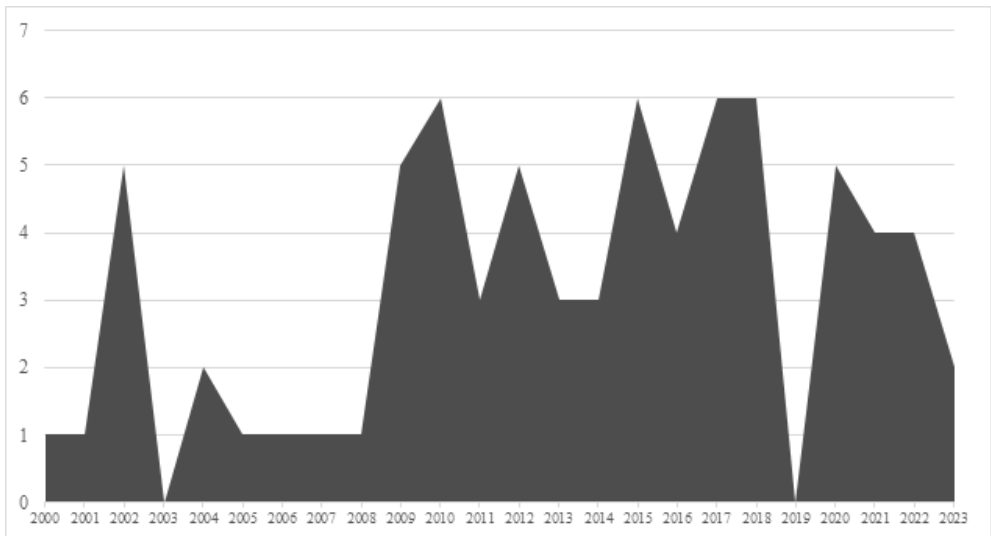
Teniendo en cuenta lo enunciado en la sección de la metodología, se procede a continuación con la identificación de cada uno de los indicadores categorizados de la siguiente manera: actividad, impacto y finalmente la categoría de relaciones.

Indicadores de actividad

Producción científica anual

La Figura 1 muestra cómo se distribuyen las 75 publicaciones de artículos a lo largo de 23 años, que se comprenden entre los años 2000 y 2023. El volumen de anual de publicaciones varía conservando una tasa de crecimiento del 3% aproximadamente, no obstante, es un rendimiento bajo teniendo en cuenta el alto grado de importancia sobre estos temas. Los picos más altos de publicaciones se presentan durante los años 2010, 2015, 2017 y 2018 con un total de 6 publicaciones por cada año. Sin embargo, durante 2019 esa tendencia alta de publicaciones bajo drásticamente a cero, repuntando en 2020 a 5 publicaciones. Durante el año siguiente (2021) esta tendencia volvió a bajar hasta 4 publicaciones. Finalmente, para el presente año (2023), el número de publicaciones está en 3, y es probable que aumente, pues tanto solo van 4 meses del año, hasta la fecha de redacción de esta publicación.

Figura 1. Producción científica anual de 2000 a 2023.



Nota. El gráfico representa el número de artículos publicados por cada año entre el 2000 y 2023.

Autores más relevantes

La Figura 2 muestra el top 10 de los autores más relevantes entre los años 2000 y 2023. Si bien es cierto, Norton y Kaplan son los autores más referenciados desde todos los puntos de vista cuando se trata de BSC (ver Figura 6, en la sección indicadores de

relaciones), es algo esperado, pues son los creadores. No obstante, debido al interés que ha creado sobre la comunidad académica y científica a lo largo de los años, hay autores que desde su enfoque especial relacionando la planeación estratégica, el cuadro de mando integral y la gestión de indicadores, se destacan por sus publicaciones. Entre los autores más destacados se encuentra Huang H.C. de Taiwán, quien ha publicado entre 2008 y 2023, 38 documentos los cuales han sido citados 897 veces; de los 38 documentos publicados 2 se relacionan directamente con esta investigación y suman en conjunto 167 citaciones en Scopus. En contraste uno de los autores con menor relevancia es Amato C. de Alemania, quien ha publicado 15 documentos en Scopus de los cuales solo uno (1) se relaciona directamente con esta investigación, siendo citado 12 veces.

Figura 2. Top 10 de autores más relevantes de 2000 a 2023.

Huang H.C.	2
Roghanian E.	2
Yang C.C.	2
Abrantes V.	1
Aguilar-Lasserre A.A.	1
Al Kasbi B.R.	1
Alejandro Diaz O.	1
Amato C.	1
Armenta J.R.C	1
Asadi R.	1

Nota. En el gráfico se puede ver el número de artículos publicados por cada autor.

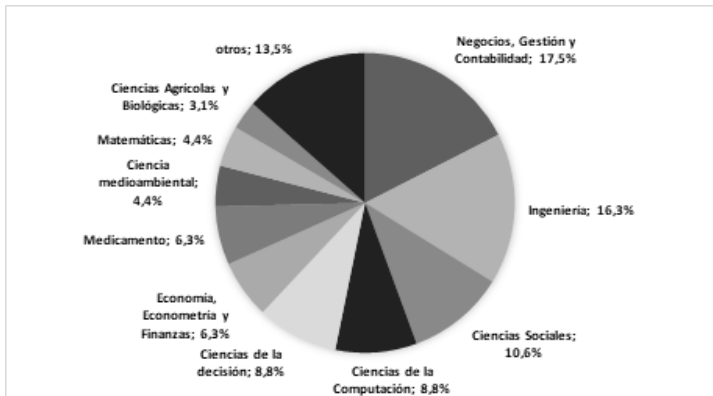
Área temática

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de participación de documentos publicados por áreas temáticas en las que se han publicado 5 o más artículos relacionados a esta investigación. De todas las áreas temáticas la más representativa es la de “Negocios, Gestión y Contabilidad” con un porcentaje de participación del 17.5%. Ahora bien, al hacer una revisión dentro de dicha área temática, destaca por el número de citas (96 citaciones) el artículo titulado “Building balanced scorecard with SWOT analysis, and implementing “Sun Tzu’s The Art of Business Management Strategies” on QFD methodology” [Creación de un cuadro de mando integral con análisis FODA e implementación de “El arte de las estrategias de gestión empresarial de Sun Tzu” en la metodología QFD] el cual fue publicado en el año 2000 por los autores Lee S.F. y Andrew Sai on ko, siendo a su vez el artículo más antiguo publicado dentro de esta área. Por otro lado, hasta la fecha de la realización de esta investigación, el artículo más reciente publicado en 2023 dentro de esta área aun no cuenta con registro de citaciones en Scopus.

Teniendo en cuenta que el CMI fue diseñado como una herramienta o método para implementar estrategias organizacionales en todos los niveles haciendo uso de indicadores, no es de extrañar que en términos generales la mayoría de las publicaciones están directamente relacionadas con las áreas de Negocios, Gestión Y Contabilidad, Al Igual Que Ingeniería, Ciencias Sociales, Ciencias De La Computación, Ciencias De La Computación, entre otras áreas, reflejando de esa manera el alto grado de interés que genera la planeación estratégica, el CMI y la gestión de indicadores sobre las distintas áreas o campos científicos y/o académicos. Teniendo en cuenta el campo en particular de la Ingeniería, se puede notar el gran interés que se produce sobre dicha comunidad, pues el porcentaje de participación sobre el total de las publicaciones es de 16.3%, poco distante de la principal área temática la cual cuenta con una participación de 17.5%.

Dentro del área de la ingeniería, se destaca una publicación de 2010 que ha alcanzado 187 citaciones en Scopus, en la cual se propone un modelo que demuestra que los indicadores de rendimiento con diferentes estructuras incluidos en el enfoque BSC pueden consolidarse con la ayuda de la técnica ANP difusa.

Figura 3. Porcentaje de documentos por área temática.



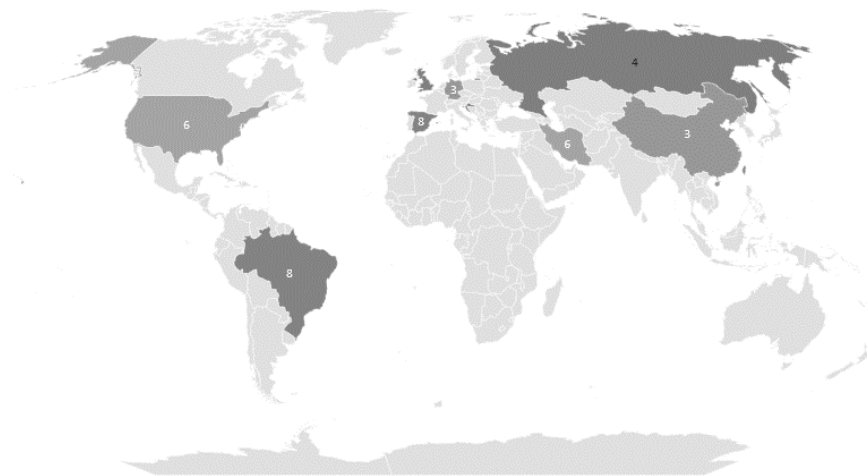
Nota. El gráfico muestra la participación porcentual de las áreas en las que más se publican artículos.

Otro aspecto que destaca dentro de las áreas temáticas identificadas es la de ciencias agrícolas y biológicas, pues es interesante ver el papel que ha desempeñado y que puede desempeñar la planeación estratégica, el cuadro de mando integral y la gestión de indicadores sobre estos campos científicos en particular, mostrando de esa forma la versatilidad de los temas de esta investigación sobre el desarrollo e impacto positivo dentro de las organizaciones.

Nacionalidad de los autores

En la Figura 4, se puede observar la distribución de los artículos publicados y redes de colaboración por los países en el mundo según la nacionalidad de los autores. En esta Figura se pueden observar los 10 países que destacan por su producción en los temas relacionados a esta investigación entre los cuales destacan Brasil, España y Taiwán, con un número de producciones de 8, 8 y 7 artículos, respectivamente. Brasil llevaba desde 2011 a 2017 un ritmo de publicaciones de un artículo bianual hasta que se dejó de publicar y se retomó en 2021, publicando así un artículo al año hasta el año 2023, cabe mencionar que hasta la fecha en que se realizó esta investigación solo se ha publicado un artículo, no obstante, es probable que esta cifra aumente hasta finalizar el año. Otro de los aspectos claves a destacar de las publicaciones de este país, es que entre las áreas temáticas abordadas por las publicaciones se encuentra la ingeniería con 23.1% de participación, seguido de negocios, gestión y contabilidad con un 15.4%. En contraste, entre los países que menos destacan se encuentra Croacia cuya publicación científica fue de 2 artículos durante los años 2015 y 2017, abarcando las áreas temáticas de ciencias bibliológicas e ingeniería. Cabe resaltar que en Colombia se ha publicado solo un artículo en el año 2020, tomando como área temática, la ingeniería.

Figura 4. Top 10 de los países donde más se publican artículos.

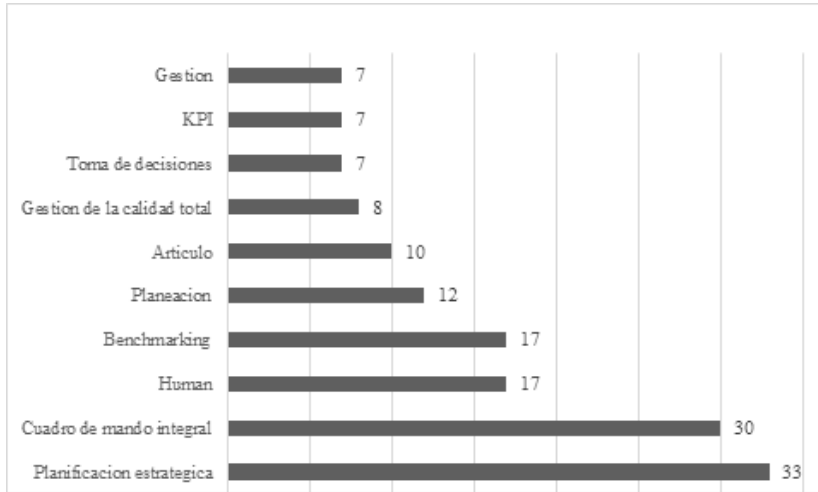


Nota. El gráfico muestra el número de artículos publicados por los países más destacados.

Palabras clave

Con el fin de normalizar los resultados de las palabras claves más frecuentes identificadas tras la búsqueda de los artículos, para facilitar la interpretación de los resultados, estas pasaron por un proceso de organización para eliminar la redundancia e incoherencia, faltas de ortografías, así como condensar o unificar de tal forma que se puedan establecer relaciones que permitan analizar de una mejor manera los datos.

Figura 5. Palabras clave más frecuentes.



Nota. El gráfico muestra la coocurrencia de las palabras claves más usadas.

Como se evidencia en la Figura 5, las palabras clave más utilizadas son la planificación estratégica y cuadro de mando integral con 33 y 30 repeticiones respectivamente. Claramente se puede observar la diferencia entre el uso de estos términos es mínima, no obstante, teniendo en cuenta los parámetros de búsqueda iniciales, las palabras claves “gestión de indicadores” entendidos como un concepto, no aparecen unidas, sino que se identifican por separado como KPI con una frecuencia de 7 repeticiones y gestión con una frecuencia de 7.

En términos generales parece que las publicaciones científicas se centran en su mayoría en la planificación estratégica y el CMI, dejando de lado la gestión de indicadores como concepto con el cual se pueden establecer parámetros por medio de los cuales se llegan a diseñar indicadores de gestión que abordan los diferentes procesos organizacionales.

Por otra parte, se observa en la Figura 4 que hay otros en particulares que se asocian de una manera u otra con los dos términos tratados en el párrafo anterior. Estos

términos son la planeación, toma de decisiones, KPI y gestión, con 12,7,7 y 7 repeticiones respectivamente.

Indicadores de impacto

Referencias más citadas

Teniendo en cuenta que la muestra es de 75 artículos y que en su totalidad han sido citados 1849 veces, y que en promedio cada referencia fue citada 24 veces, se presentan a continuación en la tabla 2 el top 10 de los documentos más citados a nivel global.

Tabla 2. *Top 10 de los artículos más citados a nivel global.*

Artículo	Numero de citas	% de citas frente al total de la muestra
LOHMAN C, 2004, EUR J OPER RES	308	16.7%
YÜKSEL I, 2010, EXPERT SYS APPL	187	10.1%
CHEN MY, 2009, EXPERT SYS APPL	127	6.9%
HUANG HC, 2009, EXPERT SYS APPL	126	6.8%
LEE SF, 2000, MANAGE AUDIT J	96	5.2%
CHEN SH, 2006, TQM MAG	95	5.1%
DALIMUNTHER DMJ, 2016, INT J APPL BUS ECON RES	88	4.8%
VOELKER KE, 2001, HOSP TOP	82	4.4%
VAN VEEN-DIRKS P, 2002, LONG RANGE PLANN	78	4.2%
WANG Q, 2013, ECOL INDIC	69	3.7%

Nota. La tabla muestra la participación porcentual de los artículos analizados con la herramienta bibliometrix, de R.

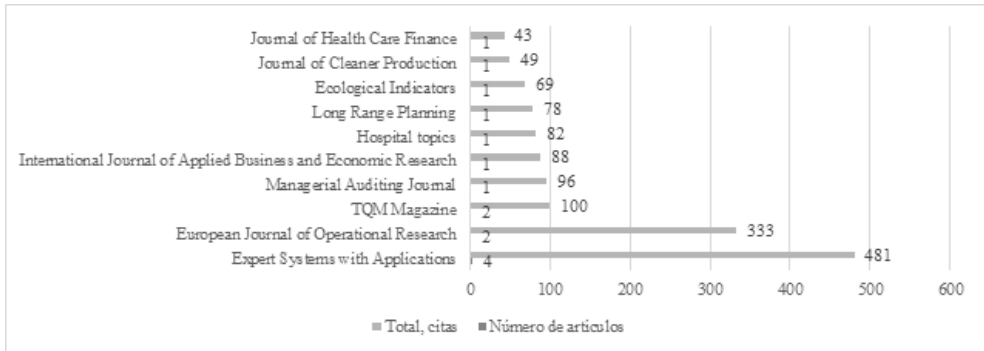
Estas 10 referencias suman en total 1256 citaciones, es decir, representan el 67.92% del total de las citas con un promedio de 125 citaciones por cada artículo. El artículo de 2004 titulado “Designing a performance measurement system: A case study” [Diseño de un sistema de medición del rendimiento: Un estudio de caso] publicado en la European Journal of Operational Research por los autores Clemens L., Leonard F., y Marc W., es el más citado dentro del total de la muestra y cuenta con un porcentaje de participación del 16.7% con un total de 308 citaciones. Otro aspecto clave para tener en cuenta sobre este documento es que los artículos que lo referenciaron suman un total de 7500 citaciones. Reflejando de esa manera el gran interés que generó esta publicación

sobre la comunidad científica y académica para abordar el tema central desde diferentes enfoques temáticos, teniendo en cuenta que El estudio dio como resultado un prototipo de sistema que básicamente es un cuadro de mando integral adaptado a las necesidades de una empresa.

En contraste, el artículo menos citado dentro del top 10 de los más citados es el publicado en China en el año 2013 por la revista *Ecological Indicators*, titulado “Key evaluation framework for the impacts of urbanization on air environment—A case study” [Marco de evaluación de las repercusiones de la urbanización en el medio ambiente atmosférico—Un estudio de caso] en el que utilizaron como herramienta eficaz para la gestión estratégica y la evaluación del rendimiento, el Cuadro de Mando Integral (CMI) ajustado para el diseño de un modelo para examinar el impacto de la urbanización en el medio ambiente aéreo de la provincia de Shandong de 2005 a 2009 con análisis de componentes factoriales. En paralelo al artículo anteriormente analizado, los artículos que referenciaron este estudio suman en Scopus un total de 3070 citaciones, reflejando de la misma manera que aun cuando se ha tomado como referencia en menor proporción, el tema principal de este, que a su vez se relaciona de alguna manera con este estudio, genera gran interés sobre la comunidad científica y académica en general.

Fuentes o revistas más citadas

Figura 6. Top 10 de las revistas más citadas.



Nota. En la Figura se muestra la relación entre el número de artículos y la sumatoria total de las citas, de las 10 revistas más citadas.

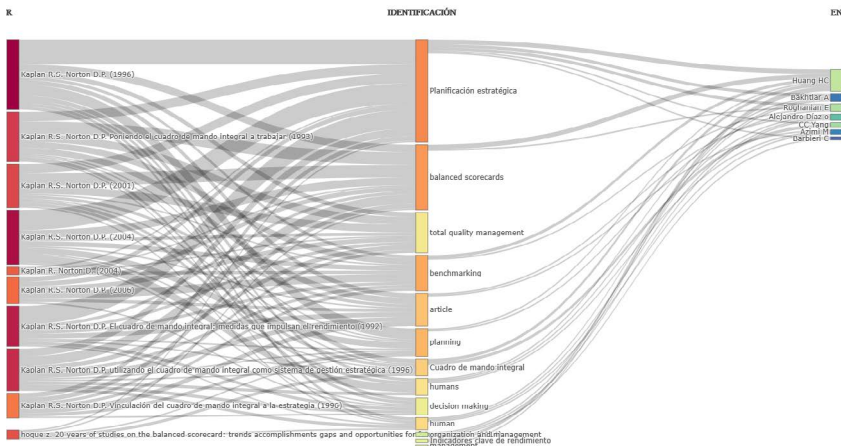
En la Figura 6, se pueden observar el top 10 de las revistas o fuentes que más acumulan citaciones según el número de artículos publicados relacionados con esta investigación. Dentro de esta categoría se identifican claramente 3 fuentes entre las cuales suman 914 citaciones, lo que representa el 49.43% del total, estas son la revista *Expert System With Applications*, *European Journal of Operational Research* y la *TQM Magazine*

Luego de normalizar los datos, tal como se explicó en la sección de la metodología. Se procedió con el análisis de coocurrencia de palabras claves en el software VOSviewer donde se seleccionó un número mínimo de ocurrencia de palabras de 10, seleccionándose de forma automática 20 términos entre los cuales se destacan *balanced scorecard* con 63 ocurrencias, seguido de *management* con 52 ocurrencias y *strategic planning* con 36. Ahora bien, dentro de este mapa se pueden observar 3 clústeres donde el primero identificado de color verde cuenta con 12 términos y se encabeza con *balanced scorecard*, el segundo de color azul cuenta con 7 términos encabezados por *Strategic Planning* y el tercero encabezado por *Term*, identificado con color azul. (Figura 7)

Análisis de relación de 3 campos: referencias, palabras más usadas y autores

En el diagrama de tres campos realizado utilizando la herramienta Bibliometrix (ver Figura 8), se observan las relaciones que se presentan al usar las variables Referencias (CR) palabras claves más usadas (IDENTIFICACIÓN) y autores (EN) organizadas de izquierda a derecha. Se observa que en gran parte todos los autores han referenciado a Kaplan y Norton, siendo algo de esperar, pues son los creadores del BSC pudiéndose considerar como referentes para la comunidad científica y académica interesada en el BSC, la planificación estratégica e indicadores de gestión. En el mismo sentido, se puede apreciar que en gran parte el autor Huang H.C., utiliza en sus publicaciones casi todos los términos claves del top 10 que a su vez se relacionan directamente con las referencias.

Figura 8. Three-field plot o diagrama de tres campos: referencias, palabras más usadas y autores.



Nota. El gráfico muestra el análisis de relación entre tres variables arrojado por la herramienta Bibliometrix de R.

Discusión

El proceso de investigación anterior permitió determinar la forma en la cual evolucionaron durante desde el año 2000 hasta 2023 las investigaciones sobre el cuadro de mando integral, la planeación estratégica e indicadores de gestión; tomándolos como temas relacionados en el marco de soluciones corporativas para el desarrollo e incremento de la productividad y la competitividad, tal. Como se evidencia en el análisis de los resultados, hay poco desarrollo de investigaciones que relacionen la planeación estratégica, el cuadro de mando integral y la gestión de indicadores a nivel global, especialmente en Colombia, que por su bajo nivel de producción no aparece entre los primeros 20 países de mayor producción, pues a eso apunta el análisis de los indicadores que se relacionan con la producción de los países o países que destacan por la producción científica sobre estos temas. Si bien, partiendo desde los análisis que se relacionan con las palabras clave, el cuadro de mando integral toma la bandera de esta investigación en el mundo académico y científico, pues los otros términos claves usados en el algoritmo de búsqueda (planeación estratégica y gestión de indicadores) aparecen mayormente relacionados en artículos publicados sobre el cuadro de mando integral.

Desde otro punto de vista, el trabajo colaborativo entre autores que trabajan investigando en organizaciones de diferentes países, se infiere que actualmente existe poco trabajo colaborativo entre la comunidad científico-académica para abordar estas temáticas, las cuales de alguna manera pueden aportar grandes beneficios a la sociedad en general, tal como se manifiesta en la introducción, especialmente a las instituciones u organizaciones públicas o privadas.

No obstante, hay una investigación publicada recientemente (en 2023), la cual se llevó a cabo durante 2021, en la que se busca profundizar sobre el BSC por medio de la bibliometría, con la finalidad de cubrir las brechas existentes entre revisiones bibliográficas tradicionales y estudios bibliométricos previos. En ese sentido y diferente a esta investigación, se opta por cubrir con el mayor periodo de tiempo posible (de 1992 a 2020), concluyendo que hasta la fecha de la investigación la comunidad académica muestra un gran interés sobre el BSC, donde los autores más destacados, sin duda alguna, son los creadores del BSC Kaplan y Norton, los cuales no aparecen en el ranking de los autores más importantes, sin embargo, si se registran como los más referenciados por dichas investigaciones, convirtiéndose indudablemente en el punto de referencia de todas las investigaciones, o por lo menos de la gran mayoría.

Al contrastar con esa investigación y con otras más, que abordan estudios bibliométricos sobre el cuadro de mando integral, la planificación estratégica y la gestión de indicadores, se puede notar claramente que el número de muestras obtenidas para el desarrollo de la investigación, son considerablemente alejadas unas de las otras, en algunos

casos son mayores a la muestra de esta investigación y en otros casos son menores, como es el caso de la investigación titulada *A bibliometric analysis of the balanced scorecard from 2000 to 2016*, la cual fue publicada en 2018 en la revista *Custos e Agronegocio de Brasil*, en la que se tomó una muestra de 49 artículos.

Todo lo anteriormente planteado conduce de manera general a que el análisis de la información para la gestión del conocimiento científico o académico resultante se puede convertir en un elemento imprescindible para programas públicos y privados de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) al desarrollarse de una manera u otra, técnicas y/o instrumentos que midan el conocimiento y lo lleven a la transformación social y cultural de muchas comunidades en general, especialmente aquellas en las que hay mucho cosas por investigar y sobre las cuales se pueden mejorar exponencialmente las condiciones económicas, culturales, históricas y sociales (Guardiola-Wanden-Berghe *et al.*, 2022).

Para finalizar, tal y como lo manifiestan algunos autores destacados y citados en esta investigación, se hace necesario preguntarse si ¿han alcanzado las investigaciones sobre el tema de esta investigación, su punto de madurez?, ¿Qué sucederá en el corto, mediano y largo plazo con la planeación estratégica orientada hacia soluciones corporativas que de alguna manera aporten al desarrollo social, cultural y educativo?, ¿Cómo por medio del CMI se puede incrementar y mejorar la productividad de las organización, sean públicas o privadas, para potenciar indirectamente el desarrollo general del contexto?, ¿Se nutre realmente, de la mejor manera la producción académica con esta investigación?, ¿Cómo se podría aumentar el interés de los científicos y académicos sobre la producción de investigaciones relacionadas a esta?

Conclusión

Para esta investigación se ha utilizado como una excelente herramienta para complementar vacíos sobre la literatura relacionada con la planificación estratégica, el cuadro de mando integral y gestión de indicadores, la técnica bibliométrica. Con la aplicación de esta técnica se complementan las revisiones bibliográficas tradicionales facilitando en cierta medida la identificación de patrones de co-citación de palabras, autores y obras, al igual que para la identificación específica de autores, obras, fuentes y referencias más destacadas.

Si bien es cierto, la búsqueda de información inicialmente arrojó 153 documentos, no fue posible usarlas todas dada la necesidad de que esta investigación concluyera con un alto grado de aceptación por la calidad de esta, por lo que se finalmente se optó solo por artículos aplicando así la practica estándar de producir documentos científicos

o académicos con “conocimiento certificado”, obteniendo una muestra final de 75 documentos. Al finalizar con la búsqueda e identificación de los documentos que servirían como soporte para la investigación, fue necesario procesar, validar y normalizar la base de datos de dichos documentos utilizando el paquete ofimático Microsoft Excel y Access, por lo que los datos sufrieron ciertos cambios en los que se eliminó la redundancia, y se agruparon los que se consideraron necesarios para compactar la base datos.

Antes de proceder con el análisis bibliométrico fue necesario identificar los indicadores bibliométricos que le brindarían un soporte compacto de calidad a la investigación, motivo por el cual se utilizaron tres categorías de indicadores bibliométricos. Primeramente, se trató sobre los indicadores de calidad o actividad fueron los primeros, ubicándose dentro de esta categoría la producción científica anual, los autores más relevantes, áreas temáticas, nacionalidad de los autores, y palabras clave. Como segunda categoría se trataron los indicadores de impacto, dentro de la cual se ubicaron las referencias más citadas y las fuentes o revistas más citadas. Por último, se procedió con los indicadores de relación, dentro de los cuales se sitúa la co-citación de palabras clave, y dos análisis de relación de tres campos: el primero sobre países, autores, afiliaciones y el segundo sobre referencias, palabras claves más usadas y autores.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis bibliométrico utilizando herramientas informáticas como la herramienta de análisis integral de mapeo científico, Bibliometrix, y la herramienta de software para la construcción y visualización de redes bibliométricas VOSviewer en su versión más reciente, las cuales son populares entre la comunidad científica y académica para crear redes de publicaciones científicas, organizaciones de investigación, países, palabras clave entre otras cosas, las cuales pueden estar hasta cierto punto, conectadas por medio de enlaces, al extraer datos de fuentes como Scopus o Web of Science.

Para finalizar, con este análisis bibliométrico se identificaron de forma precisa las redes de colaboraciones existentes entre países, autores, y afiliaciones al igual que redes de coautoría, coocurrencia de palabras claves más utilizadas en investigaciones afines a esta. Proporcionando de esa manera resultados objetivos que le interesan de cierta forma a académicos y científicos de diferentes áreas del conocimiento, con el potencial de convertirse en una fuente confiable de información en cuanto a la evolución de las investigaciones sobre el cuadro de mando integral, la planeación estratégica y gestión de indicadores; tomándolos como temas relacionados en el marco de soluciones corporativas para el desarrollo e incremento de la productividad y la competitividad.

Referencias

- Alatrasta-Corralles, A., Moreno Arévalo, M., Zevallos-Pacheco, C., & Rueda-Enríquez, M. (2021). Gestión de la eficiencia de fabricación utilizando el concepto de automatización con toque humano. *Revista Internacional de Inteligencia Comercial y Minería de Datos*, 19(1), 33–51. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85109504698&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=industrias+4.0&sid=3fe5a6f6ef87a32d1bd9370139e0db0a&sot=b&sdt=b&sl=29&s=TITLE-ABS-KEY%28industrias+4.0%29&relpos=0&citeCnt=0>
- Albort Morant, G., & Leal Rodríguez, A. L. (2018). A bibliometric overview of the studies of entrepreneurship education and innovation. *El Desafío de Emprender En La Escuela Del Siglo XXI: Actas Del Simposio Internacional. Sevilla, 18 y 19 de Diciembre de 2017, Vol. 3, 2018, ISBN 978-84-6977-845-6, Págs. 2-19, 2–19*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6409369&info=resumen&idioma=ENG>
- Chopra, R., Sawant, L., Kodi, D., & Terkar, R. (2022). Utilization of ERP systems in manufacturing industry for productivity improvement. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1238–1245. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.04.529>
- Díaz-Pinzón, B. H., Rodríguez V, M. T., & Espinosa Moreno, J. C. (2022). MATURITY LEVELS OF THE INFORMATION TECHNOLOGIES CAPABILITY IN MICRO, SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES. *Innovar*, 32(84). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-50512022000200175
- Dzikowski, P. (2018). A bibliometric analysis of born global firms. *Journal of Business Research*, 85(November 2016), 281–294. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.054>
- Espinosa Castro, J., Hernandez Lalinde, J., Rodriguez E, J., Chacin, M., & Bermudez Pirela, V. (2017). *Indicadores bibliométricos para investigadores y revistas de impacto en el área de la salud Resumen*. <https://orcid.org/0000-0002-8353-2736>;
- Florencio, F. C., Pilar, R. V., Fernando, R. V., & María, R. V. A. (2019). Management of technological innovation and globalization as driving factors of service quality and competitiveness. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85151016820&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=globalizacion&nlo=&nlr=&nls=&sid=52d0670e76620c6f0abf939dbe7e5727&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22ECON%22%2Ct%2C%22BUSI%22%2Ct%2Bscolang%2C%22Spanish%22%2Ct&sl=28&s=TITLE-ABS-KEY%28globalizacion%29&relpos=12&citeCnt=0&searchTerm=>
- Flores-Fernández, C., & Aguilera-Eguía, R. (2019). Bibliometric indicators and their importance in clinical research. Why know them? *Revista de La Sociedad Espanola Del Dolor*, 26(5), 315–316. <https://doi.org/10.20986/resed.2018.3659/2018>
- Garcia, S. A., & Montes, L. F. (2018). Financial valuation model for a small and medium-sized company in Colombia. *Espacios*, 39. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu>

- co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85055033924&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flujo+AND+de+AND+información&nlo=&nlr=&nls=&sid=929928efe3c-11c3ac840ef6ec51319ad&stot=b&stsd=cl&stcluster=scosubjabbr%252C%2522BUSI%25
- Ghiglione, F. A. (2020). El Cuadro de Mando Integral como Herramienta de Eficiencia en la Gestión Empresarial. *Ciencias Administrativas*, 18, 088. <https://doi.org/10.24215/23143738E088>
- Goretti, M. (2023, February 16). *Guías de la BUMA: Evaluación de la actividad investigadora: Acreditación y Sexenios: Bibliometría*. Las Guías de La Biblioteca Universidad de Malaga. <https://biblioguias.uma.es/Bibliometria/Presentacion>
- Guardiola-Wanden-Berghe, R., Sanz-Lorente, M., Guardiola-Wanden-Berghe, R., & Sanz-Lorente, M. (2022). Análisis de la producción científica internacional sobre cuidados paliativos: estudio bibliométrico sobre la base de datos bibliográfica Scopus. *Hospital a Domicilio*, 6(3), 109–120. <https://doi.org/10.22585/HOSPDOMIC.V6I3.170>
- Hancoo, J. F. A. (2022). COMPETITIVENESS: A STRATEGIC RESOURCE-BASED APPROACH TO BUSINESS MANAGEMENT. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia Y Sociedad*, 11. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85144912959&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=competitividad+empresarial&sid=3eea9ccb76aaa3d5f7c557322e943836&stot=b&stsd=b&stsl=41&st=TITLE-ABS-KEY%28competitividad+empresarial%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=>
- Hernández Rodríguez, N. R., Lora Freyre, R. J., Moreno García, R. R., Parra Pérez, K. M., & Alcolea, E. F. (2017). Planificación de la producción industrial con enfoque integrador asistido por las tecnologías de la información. *Retos de La Dirección*, 11(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552017000100004
- Huang, D., & Lv, J. (2020). Run-to-run control of batch production process in manufacturing systems based on online measurement. *Computers & Industrial Engineering*, 141, 106298. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2020.106298>
- Loayza, H. P. (2022). Diseño e implementación del cuadro de mando integral (CMI) para mejorar la gestión empresarial en una empresa de fabricación de tintas para el sector gráfico ubicada en la ciudad de Lima. *Industrial Data*, Vol 24, Iss 2 (2022), 24(2), 53–78. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.18942>
- López, M. G. R., Vázquez, F. I. S., & Obregón, L. S. J. (2017). Análisis e inteligencia de negocios con evaluación de indicadores claves de desempeño. *Revista de I + D Tecnológico*, 13(2), 66–74. <https://doaj.org/article/72ed91bf3a86478496f7dafc9b3d1332>
- Luna-Altamirano, K. A., García-Ortiz, M. E., Suquilanda-Romero, K. G., & Andrade-Guzmán, D. E. (2020). Plan estratégico de sustentabilidad de las pymes industriales en momentos de emergencia—Dialnet. *Dialnet*, 5(5), 116–139. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7506211>
- Madhavan, M., Wangtueai, S., Sharafuddin, M. A., & Chaichana, T. (2022). The Precipitative Effects of Pandemic on Open Innovation of SMEs: A Scientometrics and Systematic Re-

- view of Industry 4.0 and Industry 5.0. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 152. <https://doi.org/10.3390/joitmc8030152>
- Montenegro, F. R. M. S., & Callado, A. L. C. (2018). A bibliometric analysis of the balanced scorecard from 2000 to 2016. *Custos e Agronegocio*, 14. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85048188234&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=bd065a6d8d678ba8d5d92c6928628793&ot=a&sdt=a&sl=83&s=-TITLE-ABS-KEY+%28Balanced+AND+scorecard%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28bi-bliome>
- OBIC. (2023). *Bibliometría | OBIC*. Observatorio de Bibliometría e Información Científica. <https://obic.usal.es/bibliometria>
- OLARTE, J. C. (2006). INCERTIDUMBRE Y EVALUACION DE RIESGOS FINANCIEROS. *Scientia Et Technica*, XII(32), 347–350. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911652061>
- Pérez Granero, L., Guillén, M., & Bañón-Gomis, A. J. (2017). Influencia de los factores de contingencia en el desarrollo del cuadro de mando integral y su asociación con un rendimiento mejor. El caso de las empresas españolas. *Revista de Contabilidad*, 20(1), 82–94. <https://doi.org/10.1016/J.RCSAR.2016.07.002>
- Pérez, L. M. M. (2020). balanced scorecard for the management of social impact in inclusive employment organizations. *CIRIEC-España Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 153–188. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084347974&origin=resultslist&sort=cp-f&src=s&st1=cuadro+de+mando+integral&nlo=&nlr=&nls=&sid=9071f74004dff835d31bf1ddbfe43e40&ot=b&sdt=cl&cluster=scosubtype%252C%2522ar%2522%252Ct%252>
- Plaza Guzmán, J. J., Novillo Maldonado, E. F., & Jaya Pineda, I. I. (2023). ETHICS IN BUSINESS DECISION MAKING: A CASE STUDY. *Universidad y Sociedad*, 15. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85148424162&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=toma+de+decisiones&nlo=&nlr=&nls=&sid=5c51e2e98f6e1c909f45c154ba0a14d7&ot=b&sdt=cl&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22BUSI%22%2Ct&sl=33&s=TITLE-ABS-KEY%28toma+de+decisiones%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>
- Prakash, V., Savaglio, C., Garg, L., Bawa, S., & Spezzano, G. (2022). Cloud- and Edge-based ERP systems for Industrial Internet of Things and Smart Factory. *Procedia Computer Science*, 200, 537–545. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2022.01.251>
- Quijano, R. C. M., & Herrera, E. H. V. (2017). METODOLOGÍA PARA MONITOREAR RIESGOS ESTRATÉGICOS METHODOLOGY TO MONITOR STRATEGIC RISKS. *Revista de Investigaciones Universidad Del Quindío*, 26(1), 124–134. <https://doi.org/10.33975/RIUQ.VOL26N1.138>
- Rey Sánchez, S. P., Garivay Torres De Salinas, F. D. M., Jacha Rojas, J. P., & Malpartida Gutiérrez, J. N. (2022, January 6). Industry 4.0 and business quality management | Signed in. *Revista Venezolana de Gerencia*, 289–298. <https://www-scopus-com.ezproxy.cecar.edu>

co:2443/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122238515&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&rst1=industria+4.0&sid=e336b5d0313fa17a30f1b898d8e19342&stot=b&st-dt=b&stl=28&st=TITLE-ABS-KEY%28industria+4.0%29&relpos=5&citeCnt=3&search-Term=

- Reyes Molina, A. (2019). Medición de la calidad de las estrategias financieras: el Balanced Scorecard y el Valor Agregado. *Cofin Habana*, 13(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612019000100016&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Rialti, R., Marzi, G., Ciappei, C., & Busso, D. (2019). Big data and dynamic capabilities: a bibliometric analysis and systematic literature review. *Management Decision*, 57(8), 2052–2068. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2018-0821/FULL/XML>
- Rodrigues Quesado, P., Aibar Guzmán, B., & Lima Rodrigues, L. (2014). La influencia de factores relativos a la estrategia organizativa y al entorno en la adopción del Cuadro de Mando Integral en empresas portuguesas. *Revista de Contabilidad*, 17(2), 163–173. <https://doi.org/10.1016/J.RCSAR.2014.05.002>
- Rodríguez, A. A. L., & Gómez, Á. G. (2021). IV Revolución industrial y mercado laboral en España: un escenario post covid-19. *RIPS: Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas*, 20(1). <https://doi.org/10.15304/rips.20.1.7611>
- Rojas, J. P. G., Rodríguez, O. O. B., & Márquez, E. J. Q. (2022). Plan estratégico para los procesos operativos de la planta de tratamiento de agua potable de Cachipay (Cundinamarca). *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 18(34). <https://doaj.org/article/0477d63fd065469ba9278d0c730ec4bf>
- Solano López, E., Castellanos Quintero, S. J., Magdalena López Rodríguez del Rey, M., & Hernández Fernández, J. I. (2009). La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *MediSur*, 7(4), 59–62. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2009000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sotomayor, O., Ramírez, E., & Martínez, H. (2022). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/S2100283_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Suárez-Gargallo, C., & Zaragoza-Sáez, P. (2023a). A comprehensive bibliometric study of the balanced scorecard. *Evaluation and Program Planning*, 97, 102256. <https://doi.org/10.1016/J.EVALPROGPLAN.2023.102256>
- Suárez-Gargallo, C., & Zaragoza-Sáez, P. (2023b). A comprehensive bibliometric study of the balanced scorecard. *Evaluation and Program Planning*, 97, 102256. <https://doi.org/10.1016/J.EVALPROGPLAN.2023.102256>
- Tawse, A., & Tabesh, P. (2022). Thirty years with the balanced scorecard: What we have learned. *Business Horizons*. <https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2022.03.005>
- Utadeo. (2023, April). *Bibliometría y Evaluación Científica*. UtadeoOnline -Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://www.utadeo.edu.co/es/continuada/educacion-continua/53376/bibliometria-y-evaluacion-cientifica-utadeonline>

*Cuadro de mando integral, planeación estratégica y gestión de indicadores:
un análisis bibliométrico*

- Vazquez, Y. P. (2019). Inteligencia de negocios aplicada a sistemas de información. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas, Vol 8, Iss 2 (2019)*, 8(2). https://www.tib.eu/en/search/id/doaj:sha_sid~c3313c0a613bf2b2a2615d02a09c28890c597165/Inteligencia-de-negocios-aplicada-a-sistemas-de?cHash=17d085bda3effd11ca8ec28d504b52c1
- Zóltowski, D. (2022). Business Intelligence in Balanced Scorecard: Bibliometric analysis. *Procedia Computer Science*, 207, 4075–4086. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2022.09.470>

Herramienta tecnológica de soporte en el control de calidad en la agroindustria: una revisión de literatura

Technological Support Tool for Quality Control in Agroindustry: A Literature Review

Yénifer Cárdenas Díaz¹, Angélica Torregrosa Espinosa²

Resumen

En la actualidad, el uso de las tecnologías se encuentra entre las tendencias más valiosas del mercado, proporcionando un fructífero beneficio a las industrias y un crecimiento acelerado en sus procesos, con la visión de satisfacer al cliente por medio de la calidad. La importancia de la tecnología es cada vez más notoria en el sector industrial, permite multiplicar la eficiencia y mejorar los procesos internos que afecten su competitividad y sostenibilidad. Por lo anterior, este estudio tiene como objetivo realizar un análisis cuantitativo y una revisión de literatura publicada entre los años 2019 a 2023, para analizar objetivamente el tema de herramientas tecnológicas como soporte para el control de calidad en la agroindustria. La búsqueda arrojó 1818 publicaciones en la base de datos Scopus, de las cuales 322 se identificaron como documentos principales relacionados con el estudio. Se evaluó el número de publicaciones, tipo de fuente por año, la co-ocurrencia de palabras clave, la autoría, actividades de los países/regiones, áreas temáticas y tipo de documento. Metodológicamente se empleó cinco etapas primordiales, distinguidas como recuperación, migración, análisis, visualización e interpretación. En el análisis cuantitativo se localizó que el área temática de ingeniería y medicina contienen la mayor parte de publicaciones, exponiendo una tendencia notable en el sector de la salud y no en la agroindustria. Finalmente, se presenta un contenido literario que facilita las futuras investigaciones sobre el uso de herramientas tecnológicas como base para llevar un control de calidad eficiente en la agroindustria.

1 Ingeniera industrial titulada de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Investigadora en la Beca- Pasantía del Proyecto Jóvenes Investigadores Sucre 2022. Correo: yenifer.cardenasd@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8256-6682>

2 Magíster en Ciencias Agroalimentarias, Especialista en Gestión Integral de la Calidad, Ingeniera Agroindustrial. Docente Universitaria en la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Correo: angelica.torregroza@cecar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8948-0914>

Palabras clave: Agroindustria, control de calidad; herramienta tecnológica, software, trazabilidad, tecnología.

Abstract

At present, the use of technologies is among the most valuable trends in the market, providing a fruitful benefit to the industries and an accelerated growth in their processes, with the vision of satisfying the client through quality. The importance of technology is increasingly noticeable in the industrial sector, it allows multiplying efficiency and improving internal processes that affect its competitiveness and sustainability. Therefore, this study aims to carry out a scientometric analysis and a review of the literature published between 2019 and 2023, to objectively analyze the issue of technological tools as support for quality control in agribusiness. The search yielded 1818 publications in the Scopus database, of which 322 were identified as main documents related to the study. The number of publications, type of source per year, the co-occurrence of keywords, authorship, activities of the countries/regions, thematic areas and type of document were evaluated. Methodologically, five main stages were used, distinguished as recovery, migration, analysis, visualization and interpretation. In the scientometric analysis, it was found that the thematic area of engineering and medicine contains most publications, exposing a notable trend in the health sector and not in agribusiness. Finally, a literary content is presented that facilitates future research on the use of technological tools as a basis for efficient quality control in agribusiness.

Keywords: Agroindustry, QA, technological tool, software, traceability, technology.

Introducción

El actual ambiente competitivo de los mercados se determina por la continua globalización que crea cambios en el funcionamiento de la producción y procesamiento de la industria, el cual es un factor importante en la toma de decisiones de países y organizaciones, que están en constante evolución. (Moro, y otros, 2023). El sector agroindustrial ha sido por años la columna vertebral de la economía en países en desarrollo, y un fuerte demandante de mano de obra calificada y no calificada. Su contribución a otros sectores, da como resultado una expansión industrial y crecimiento prolongado, en el suministro de materia prima y demanda de diversos productos. (Hollas, y otros, 2023).

La agroindustria es la actividad económica que añade valor a la materia prima que procede del sector agropecuario por medio de procesos de transformación o preparación para uso alimentario y no alimentario. En efecto, genera estrechas relaciones con los eslabones de la cadena de suministro, la creación de empleo, demanda de productos

de otras industrias y provoca un impacto característico en el desarrollo económico (Bertha, 2020). Este sector se considera como una de las mejores herramientas para reducir la pobreza en las comunidades, suministrar empleos en la región e intensificar la competitividad (Jurburg & Álvaro , 2019).

No obstante, este sector no ha aplicado todo el potencial de crecimiento prologando, y así carece de implementar nuevas tecnologías, alto desarrollo de productos y organización en toda la cadena productiva (Dal Moro, y otros, 2023). Si bien es cierto, el mundo se encuentra en constante evolución y los adelantos tecnológicos suponen un avance en la gestión empresarial, logrando innovación en los sistemas que determinan participar y crecer económicamente; hoy día la ejecución de herramientas tecnológicas se ha convertido en un instrumento principal para el diseño, producción y comercialización de bienes y servicios en diferentes sectores de la economía.

Con estas afirmaciones coinciden (Urbano E. , Martha L. Orellana, & Jesús M. , 2019) quienes agregan que, para alcanzar desarrollo en la agroindustria es pertinente el uso de tecnologías que fortalecen los flujos de datos en información y pronóstico para obtener mejores resultados en la producción y comercialización. La demanda de información en temas afines con productos agroindustriales se convierte en un vehículo para implementar sistemas de trazabilidad dentro de las cadenas de suministros (Castillo Landínez, Caicedo Rodríguez, & Sánchez Gómez, 2019). En el caso de las empresas agroindustriales, los métodos para detectar un problema en la seguridad alimentaria o en el proceso de obtención de productos ha inquietado a las industrias, donde la empleabilidad del control de calidad es fundamental dentro de la cadena de valor (Rane, Marar, Sonawane, & Dabade, 2022). Se ha observado un cambio de paradigma en el seguimiento de esta problemática, a través del uso de tecnología para garantizar calidad requerida. Las herramientas tecnológicas de control de calidad, trazabilidad y computación en la nube ayudan a conservar la eficacia dentro de la cadena de suministro, mejorando la sostenibilidad por medio de capacitaciones, seguimiento a agricultores y dinámicas de control (kumari, Venkatesh, & shi, 2023). Por esta razón, se hace necesario realizar seguimiento cercano a la calidad de estos productos a través de una estrategia de ventaja competitiva que permita el aumento de la rentabilidad y el mejoramiento continuo (Sears & Hitt, 2023), estos hechos establecen que el mercado pasa de precisar objetivos calculados en la producción a prestar cuidado influyente a las demandas del consumidor (Delgado & Quiroz, 2020). En consecuencia, el control de calidad de los productos debe entenderse como una decisión estratégica, cuyo diseño e implementación se centren en responder con rapidez y eficiencia las demandas de los clientes (Zhang, y otros, 2023). La cual, concentre su atención en la gestión cuidadosa de los procesos y el aprovechamiento de recursos. A fin de que exista una disposición anticipadamente definida y haga posible manejar uniformidad en la cadena de producción. En tal

sentido, maximiza los recursos, elimina desperdicios y mejora la competitividad de la organización (Díaz Muñoz & Salazar Duque, 2021). Las empresas ven en la adopción de herramientas tecnológicas una oportunidad para mejorar e incrementar beneficios, adaptándolos a las expectativas del mercado (Passarelli, Bongiorno, Cucino, & Cariola, 2023). Utilizando mejores técnicas que se han desarrollado para optimizar la eficacia en términos de sostenibilidad y el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan asegurar el control de calidad de los productos a lo largo de la cadena de producción (Jouzani & Govindan, 2021).

Por su parte, la organización internacional de Normalización (ISO) (8042: 1994) precisó la “trazabilidad” como “la competencia de rastrear la historia, la aplicación o la ubicación de una entidad por medio de identificaciones registradas” (Karson, Dreyer, Olsen, & Elvevoll, 2013). De ahí que, el cliente desea que la calidad de los productos se mantenga fiel a la descripción y que se pueda disponer de más información sobre el origen del producto. Por tanto, la trazabilidad en el sector agroindustrial se estima un elemento básico para responder la alta calidad (T, XF, Ren, Zhang, & Wang, 2020).

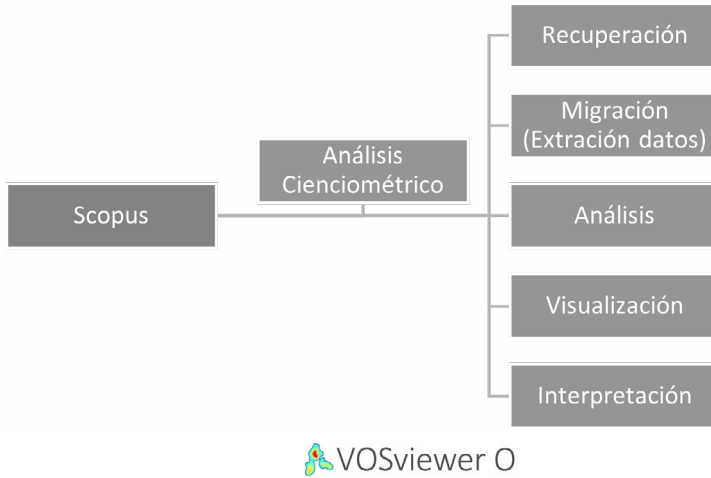
Por todo lo anterior, este estudio tiene como objetivo efectuar un análisis cuantitativo y una revisión de literatura de las publicaciones afines con herramientas tecnológicas como soporte de las actividades de control de calidad en la agroindustria, para alcanzar agudeza del desarrollo en esta temática de investigación durante los últimos cinco años (2019 a 2023).

Metodología

Este estudio es una revisión de la literatura utilizando un enfoque de mapeo científico como técnica principal para proporcionar el acceso al conocimiento y revelar la estructura a través de la visualización, creada por investigadores con el propósito de procesar datos bibliométricos (Zuo, y otros, 2023). Se empleó un análisis cuantitativo con el fin de suministrar una exploración actualizada de las diferentes investigaciones sobre herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias. La Figura 1 describe el proceso de la metodología utilizada en la investigación, la cual consiste en cinco etapas primordiales, distinguidas como recuperación, migración, análisis, visualización, interpretación. La primera etapa consiste en seleccionar las fuentes de información, es decir la colección bibliográfica o base de datos, para esta investigación se utilizó la base de datos Scopus como motor de búsqueda altamente especializado debido a su precisión. Seguido, la migración comprende la extracción de datos de metadatos de los registros selectos. Luego, en el análisis se realiza el procesamiento cuantitativo de la literatura, por medios de software. En la visualización se obtienen figuras, esquemas y mapas que muestran las tendencias y resultados esperados y por último la interpretación,

donde se contextualizan los resultados y hacer comparaciones (Cardona Roman & Sánchez, 2017).

Figura 1. Etapas de la metodología para realizar un análisis cienciométrico.



Adquisición de datos

En el contexto de la literatura, la adquisición de datos se refiere a la recopilación y análisis de información de fuentes literarias. La cual es fundamental para obtener las conclusiones del análisis cienciométrico. Al momento de realizar la recuperación de datos, se identifican dos parámetros como la contemporaneidad y la relevancia, por lo cual todos los artículos seleccionados se publicaron entre 2019 y 2023, y las palabras claves y los resúmenes deben revisarse manualmente para garantizar su relevancia para el área de investigación. Scopus fue elegido la base de datos de literatura debido a su extensa cobertura tanto de publicaciones de revistas como de influencia del conocimiento en semejanza con otras bases de datos de literatura como Google Scholar o PubMed. Además, la base de datos brinda resultados de búsqueda más íntegros para la investigación interdisciplinaria. Para prescindir el sesgo en estudios individuales y efectuar una revisión con calidad, se realizó una búsqueda sobre herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias, mediante la búsqueda de palabras clave dentro del título/resumen/palabras de las publicaciones. Por medio del objetivo del estudio de esta revisión, las palabras claves escogidas fueron (“technological AND tool AND quality AND control”). La búsqueda inicial proyectó resultados de 1818 documentos, y tras el límite de rango aplicado entre 2019 y 2023, el número de documentos se redujo a 322 documentos.

Análisis cuantitativo

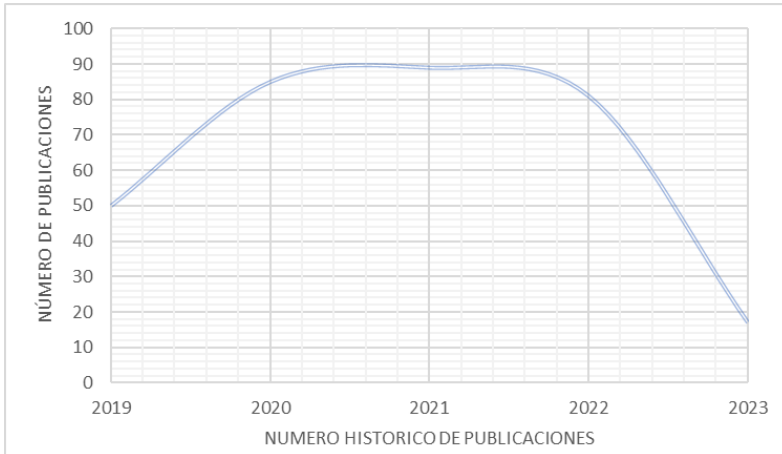
La cuantimetría es la ciencia que admite el análisis cuantitativo de la producción científica por medio de la literatura, estudiando la naturaleza y el curso de disciplina científica. Esta herramienta es necesaria para observar las publicaciones y de esta manera seleccionar la información publicada (Vargas Leal, 2023). En breve, la cuantimetría permite estudiar proyectos para conocer la interacción entre científicos e instituciones y disciplinas, de igual forma las líneas de investigación con mayor consecuencia en un momento dado (Yostin J., Julián , Danny , & Layla Michán, 2021). El término se hizo célebre debido a la fundación de la revista *Scientometrics* en 1978 por Tibor Braun en Hungría. Un aspecto que destacar es la dificultad de distinguir la bibliometría de la cuantimetría, esta última ayuda a percibir la identidad de una disciplina científica, permite responder temas que están estudiando, métodos utilizados y quien lidera la investigación en un campo en particular (Vasserman, 2023).

Resultados y discusión

Análisis del número de publicaciones

Por medio del método de búsqueda bibliográfica empleada para la investigación, se obtuvo 322 documentos entre 2019 y 2023. En la Figura 2 se expone el número de publicaciones sobre herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias. Al momento de visualizar la tendencia se evidencia que permanece ascendente hasta el año 2022, para el año 2023 existe no se han terminado de realizar publicaciones. El aumento de publicaciones sobre herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias en los últimos años se puede asignar a la necesidad de buscar estrategias que permitan utilizar técnicas que se han desarrollado para optimizar la eficacia en términos de sostenibilidad y el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan asegurar el control de calidad de los productos a lo largo de la cadena de producción (Jouzdani & Govindan, 2021). En la Figura 2 se muestra una regresión lineal establecida en los datos de 2019 a 2023, donde lanzó el resultado que representa un aumento en el número de publicaciones y el año que más resaltó fue el 2021 con 89 documentos.

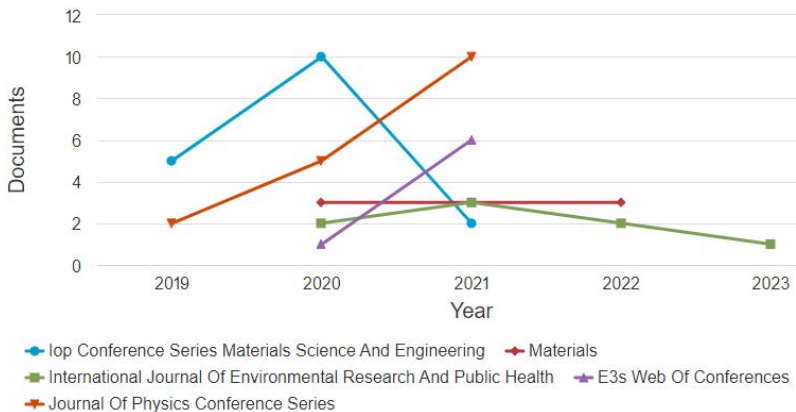
Figura 2. Número histórico de publicaciones por año desde 2019 hasta 2023.



Análisis de fuente

En la Figura 3 se muestran artículos que presentan relación con herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias. Cabe resaltar que la fuente con mayor número de publicaciones son Iop Conference Series Materials Science And Engineering y Journal Of Physics Conference Series. La primera con 5 publicaciones para el 2019, 10 referencias para el 2020 y 2 archivo para el 2021. La segunda con 10 publicaciones para el año 2021, 5 en el 2020 y 2 para el 2019. Por el contrario, las fuentes con menor documentos son E3s Web Of Conferences y Iop Conference Series Earth And Environmental Science.

Figura 3. Análisis de la fuente de cada artículo por cada año de 2019 a 2020.



Por su parte, en la Tabla 1 se visualiza de una mejor forma las 10 palabras claves importantes en el estudio, con las ocurrencias en que aparecen.

Tabla 1. *Análisis de co-ocurrencia de palabras clave.*

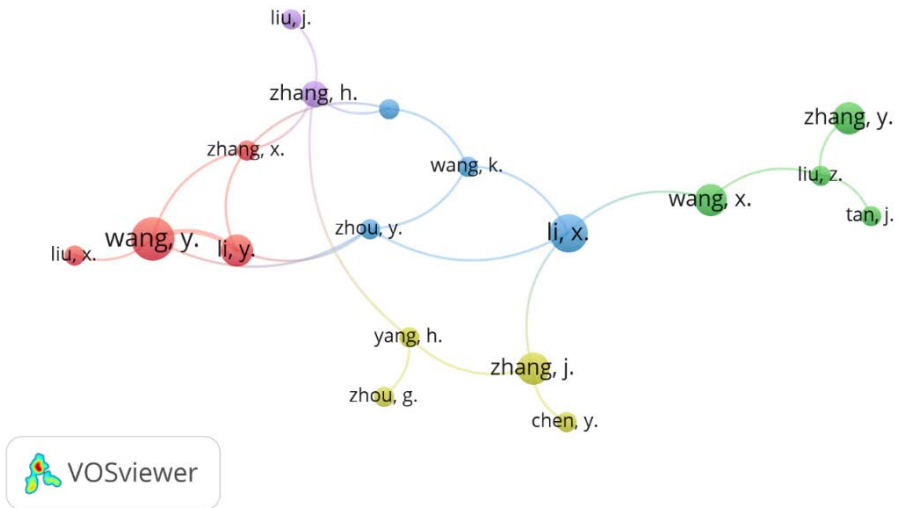
S. N°	Palabra clave	Ocurrencias
1	Quality control	649
2	Human	282
3	Priority journal	101
4	Procedures	90
5	Female	47
6	Process control	112
7	male	43
8	Techonology	66
9	Controlled study	43
10	Decisión marking	77

Fuente: elaboración propia.

Autores

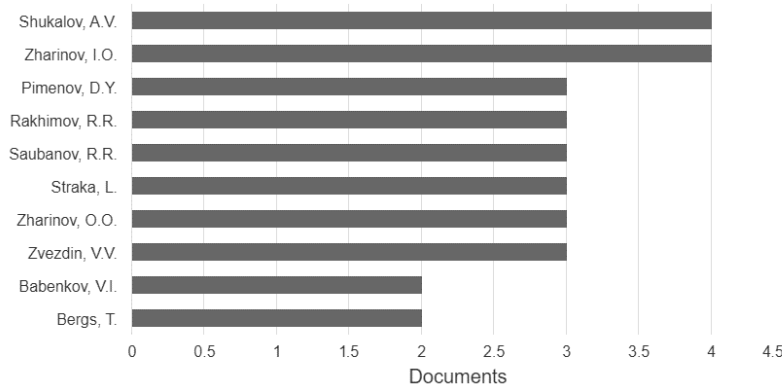
El análisis de autores se realiza con respecto a lo extraído de la base de datos Scopus, donde se identificaron los investigadores líderes en la temática planteada relacionada con herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias. Por lo tanto, se realiza el análisis por medio del software VOSviewer. Donde el número de artículos por autor se fijó en 3 y 49 de 6314 autores cumplieron con lo establecido. Shukalov es el autor más prolífero con 5 obras, seguido de Zharinov con 4 publicaciones. La Figura 5 representa las colaboraciones de los autores visualizadas por VOSviewer.

Figura 5. Visualización de autores.



En relación con lo anterior, la Figura 6 representa la relación entre los autores y el número de documentos que contiene para la investigación.

Figura 6. Visualización de autores por documentos.

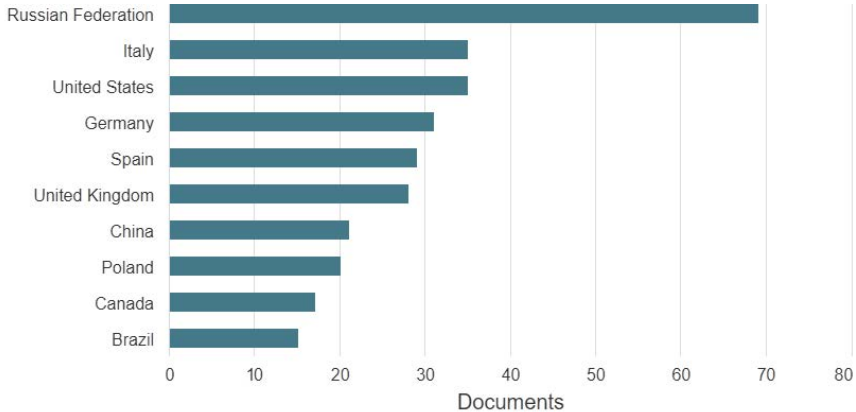


Análisis de actividades de países/regiones

En la investigación sobre herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias, se determinan los países con mayor influencia en esta temática. En la Figura x la lista es encabezada por la federación rusa con 69 documentos que

se publicaron en investigaciones. Seguido se encuentra Italia y Estados Unidos con 35 publicaciones. La Figura 7 ilustra los 10 países más productivos según el número total de publicaciones. La mayoría de estas publicaciones fueron de Rusia, que tuvo la mayor frecuencia de ocurrencia, lo cual indica un alto nivel de investigación en herramientas tecnológicas aplicadas, como solución en problemáticas de control de calidad en empresas.

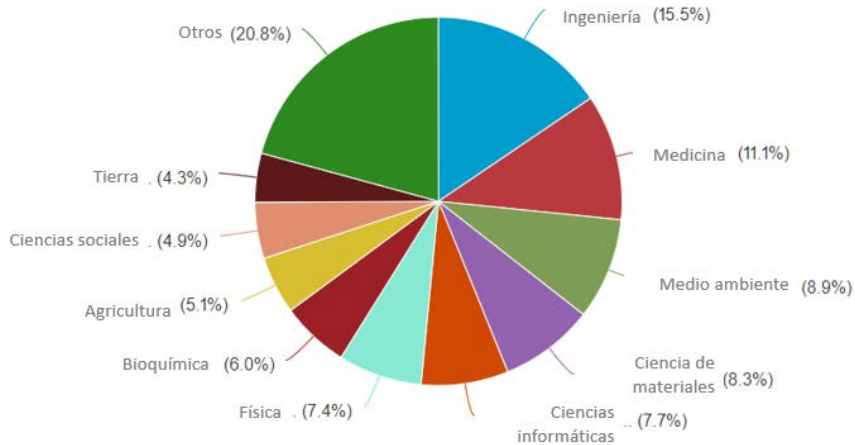
Figura 7. Visualización colaboraciones entre países/regiones.



Áreas temáticas

Para esta investigación se utilizó el analizador de Scopus para identificar los campos de estudios más importantes, donde se desarrolla el tema de estudio. En la Figura 8 se observa ingeniería en la parte superior con el 15.5% del total comprendido. Seguida medicina con 11.1% de los documentos. Cabe resaltar que otros documentos representa el 20.8% en total, lo que agrupa gran parte de temas estudiados. El uso de herramientas tecnológicas también influye en problemas de medicina, agricultura y ciencias sociales. De ahí que existan publicaciones en estos campos, donde el uso de tecnologías permita solucionar problemáticas que afectan la integridad de los seres humanos.

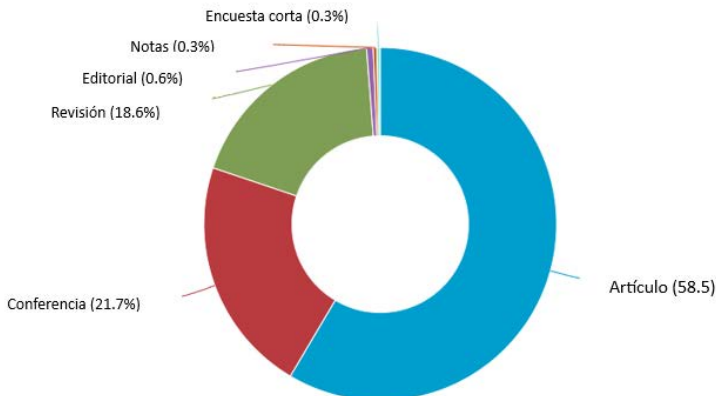
Figura 8. Visualización de áreas temáticas utilizadas en el estudio.



Tipo de documento

En este estudio se realiza un análisis con la base de datos Scopus, con el fin de determinar los tipos de documentos presentes en la literatura de herramientas tecnológicas como soporte de las actividades de control de calidad de la agroindustria. Al momento de manejar estos documentos es muy importante determinar si pertenece a un artículo, conferencia u otro tipo de escrito, debido a que la interpretación de los datos presenta diferencias. En la Figura 9, se observa que los artículos representan un 58,5% ubicándolo en primer lugar, seguido se encuentran las conferencias con un 21,7%.

Figura 9. Visualización del tipo de documento.



Revisión de literatura (matriz bibliográfica)

En esta revisión de literatura se contemplan artículos de investigación publicados sobre herramientas tecnológicas utilizadas en el control de calidad en agroindustrias, en las bases de datos como science direct, web of science, scopus y Taylor & Francis Online. Acopiadas en la matriz bibliográfica como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. *Matriz bibliográfica.*

Referencia	Hallazgos
(Mironova, Romanenko, Selivanova, Aysanov, & German, 2021)	Este artículo se basó en la implementación de una herramienta de automatización y ahorro energético del proceso de elaboración de bebidas funcionales a base de mosto de uva. El proceso se llevó a cabo utilizando un soporte multicanal, por medio de un hardware, que permite reducir hasta un 30% mediante la automatización moderna.
(Valdokhina, Vedenkina, & Roiter, 2019)	Se encontró un estudio sobre un sistema de trazabilidad utilizando una herramienta tecnológica para controlar el procesamiento de productos avícolas en problemas relacionados con calidad y seguridad.
(Goi, Hocquette, Pellattiero, & De Marchi, 2022)	El objetivo de esta investigación se centra en evaluar la capacidad de un espectrómetro de infrarrojo para predecir parámetros químicos, tecnológicos y rasgos de calidad en bovinos. Lo cual, permite exhibir la utilidad de una herramienta tecnológica para predecir la calidad de la carne y la consecuente pérdida de producción de productos cárnicos.
(Komlatsky, Podoinitsyna, Verkhoturou, & Kozub)	En la industria pesquera la tecnología de automatización es primordial para su procedimiento. La implementación herramientas tecnológicas pueden reducir los costos de producción y mejorar la calidad de los productos. Se incluyen unidades especializadas de automatización y robótica con microprocesador para el control general del sistema.
(Kerimov, Belinskaia, Evdokimov, Samorukov, & Klochkov, 2022)	La investigación presenta un procedimiento que involucra herramientas tecnológicas para la optimización del proceso de poscosecha del grano. Donde la tecnología permite a la empresa agrícola la manera óptima para que sea técnicamente eficiente.

Referencia	Hallazgos
(Dokholyan, y otros, 2022)	El enfoque de este artículo es analizar el efecto de la automatización en la capacidad de almacenar granos en elevadores. El estudio refleja los factores que inciden en la calidad del grano las actividades implementadas en el proceso de control informatizado (CPCD) y gestión de la información y control de sistema (MICS).
(Muhan & Jianhua, 2021)	En esta investigación utilizan los sensores agrícolas en la plataforma tecnológica de Internet de las cosas para planificar la implementación del sistema detallado de inspección y trazabilidad de la información de la cadena de suministro de hierbas medicinales chinas, y luego enumera las partes de plantación, procesamiento, compra y venta de hierbas medicinales.
(Marchese & Tomarchio, 2022)	En este artículo se observó la diferencia de las cadenas de suministro tradicionales que se apoyan en sistemas centralizados. Por lo cual, se propone una dirección totalmente distribuida, fundado en la tecnología blockchain, para precisar un sistema de gestión de la cadena de suministro idóneo de suministrar calidad, integridad y trazabilidad de todo el proceso de la cadena de suministro.
(Castillo, Caicedo, & Sanchez, 2019)	Ejecución de un software que pretende apoyar a los productores cafeteros en todo proceso de certificación de origen de su producto, por medio de la normativa establecida para el comercio de productos agrícolas, custodiada por la Unión Europea desde enero de 2005, que instituyó la necesidad de realizar un rastreo que avale la legitimidad , la trazabilidad de los alimentos, y la satisfacción de las demandas de calidad del consumidor final. La metodología que utilizada fue Scrum como parta fundamental del marco del estudio y eXtreme Programming (XP) como metodología de desarrollo de software.

Referencia	Hallazgos
(Pradeep Menon, y otros, 2022)	Implementación de una herramienta tecnológica en el sector manufacturero, llamada Outotec Pretium utilizada para diferenciar la información disponible y el ideal hipotético. La integración de la herramienta de control automatizado para digitalización de datos ha permitido un aumento oportuno en el rendimiento total, la productividad y la producción.
(Vozniak, 2022)	Desarrollan un sistema automatizado de control de despacho del proceso de secado de pulpa en la producción de azúcar. El sistema se fundamenta en el sistema SCADA–Trace Mode 5.10 fabricado por AdAstra. El cual, expone resultados eficientes en un sistema completamente funcional que se puede utilizar en la producción de azúcar y la ventaja de su ejecución es acrecentar la eficacia en comparación con los sistemas existentes.

Fuente: elaboración propia.

Con los avances tecnológicos, el control de calidad se ha beneficiado significativamente, a la hora de mejorar indicadores a través del análisis y remediar los sucesos que interceptan con el rendimiento de los procesos o defectos encontrados en los productos (Pradeep, y otros, 2022). Por lo tanto, a lo largo del tiempo se han publicado numerosos estudios sobre herramientas tecnológicas como soporte para el control de calidad en. Estos estudios han proporcionado una base fundamental para futuras investigaciones y han permitido obtener una comprensión profunda del proceso, con el fin de soportar una generación de nuevos conocimientos que brinde mejores soluciones a las problemáticas del entorno. Para abordar estas investigaciones se utilizó técnicas de mapeo científico para realizar un análisis cuantitativo sobre la temática en marcha. Este estudio se realizó para identificar clústeres como el campo de aplicación, las áreas, el autor, la fuente y la red de coincidencia de palabras clave. Con base en la base de datos Scopus y el análisis de 322 artículos relacionados con las herramientas tecnológicas entre 2019 y 2023, se encontramos que la investigación ha aumentado significativamente, especialmente en los años 2020 y 2021 y se centró en la utilización de software, sensores y automatización aplicados a la industria.

Los resultados del análisis del número de publicaciones por año muestran que las investigaciones en relación con la temática tratada han incrementado a medida de los años, lo cual es un aspecto relevante para las industrias que están interesadas en emplear herramientas tecnológicas que permitan avances en sus procesos. Tal es el caso de muchas

empresas que utilizan tecnologías para aumentar productividad y sostenibilidad en el tiempo. Por su parte, el análisis de la fuente de los documentos, presentan que la fuente con mayor número de publicaciones son Iop Conference Series Materials Science And Engineering.

Conclusión

De acuerdo con las búsquedas realizadas en diferentes fuentes bibliográficas, se puede apreciar el aumento significativo en el número de publicaciones en torno a la implementación de herramientas tecnológicas en la industria, lo que permite una mejora de sostenibilidad y competencia en el mercado actual. La investigación proporciona un análisis de 322 registros bibliográficos extraídos de la base de datos Scopus. Se utilizaron varias herramientas de análisis cuantitativo, como coautoría y coocurrencia, con el propósito de identificar y explorar las tendencias en la investigación. Como se muestra en los resultados, la tendencia ascendente en el número de publicaciones ha traído un gran interés por parte de los investigadores, para fomentar nuevos estudios que permitan brindar soluciones prácticas a las problemáticas que se presentan en el desarrollo de productos. Asimismo, se analizó una revisión de literatura del estado actual de herramientas tecnológicas como base fundamental para el control de calidad, en el transcurso de tiempo comprendido de 2019 a 2023. En la revisión bibliográfica se destaca el potencial uso de las tecnologías en la industria, que permite eliminar barreras en la organización a través de sistemas innovadores que se adapten a las necesidades del entorno y así establecer una ventaja competitiva para posicionarse y conseguir mejores clientes y excelentes niveles de competitividad. Un aspecto para considerar es el impacto de la ecuación de búsqueda utilizada en la investigación, la cual es la más adecuada para realizar la revisión, pues proporcionó el mayor número de documentos sobre el tema desarrollado.

En aras de alcanzar una búsqueda eficaz, se encontró que las herramientas tecnológicas brindan soporte al control de calidad en la agroindustria. Y se puede corroborar en las diferentes investigaciones que se han realizado de esta temática.

Para investigaciones futuras se puede mejorar utilizando varias bases de datos como Web of Science o Google Scholar, para lograr un alcance con mayor precisión. Además, al crecer la tendencia de investigación sobre herramientas tecnológicas como soporte para el control de calidad, los resultados obtenidos pueden variar con el tiempo, debido a que la fecha considerada fue en determinado periodo. Estas limitaciones ayudan a las investigaciones futuras al momento de realizar este análisis, donde pueden contemplar más bases de datos cubriendo todo tipo de literatura y realizando una mejor discusión de términos oportunos.

Referencias

- Bertha, R. G. (2020). *To strengthen productivity through quality management in the agroindustrial sector. agroindustrial sector. Case study case: companies in the Colombian dairy industry*. Bogotá: Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77755/59314644.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Cardona Roman, D., & Sánchez, J. (2017). Scientometric analysis of the scientific production about research on the evaluation of e-learning implementation in the period 2000-2015. *Educación*, 7-34. doi:<https://doi.org/10.18800/educacion.201702.001>
- Castillo, S., Caicedo, P., & Sanchez, D. (2019). Design and implementation of a software for the traceability of the coffee milling process. *Agricultural Science and Technology*, 523-536. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1588
- Castillo Landínez, S., Caicedo Rodríguez, P., & Sánchez Gómez, D. (2019). Design and implementation of a software for the traceability of coffee processing. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 523-536. doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1588
- Dal Moro, L., Pauli, J., Stolfo, L., Neckel, A., Pivoto, D., Guedes, C., . . . Carmo, V. (2023). Sustainability in agribusiness: Analysis of environmental changes in agricultural production using spatial geotechnologies. *Environmental Development*(45), 100807. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100807>
- Delgado, Z., & Quiroz, S. (2020). *APLICACIÓN DE NORMAS DE CALIDAD EN EL PROCESAMIENTO PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE LA MASA DE YUCA ELABORADA POR LA MICROEMPRESA “MASAQUI” SITIO ESTANCIA VIEJA DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO*. Jipijama. doi:http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2341/1/TESIS_STEFANY_QUIROZ_PREDEFENSA.pdf
- Díaz Muñoz, G., & Salazar Duque, D. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Quality as a strategic tool for business management*. doi:<https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.2>
- Dokholyan, S., Ermolaeva, E., Verkhovod, A., Dupliy, E., Gorokhova, A., Ivanov, V., & Sekerin, V. (2022). Influence of Management Automation on Managerial Decision-making in the Agro-Industrial Complex. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 597–603. doi:10.14569/IJACSA.2022.0130672
- Fonseca, L., & Carvalho, F. (2019). The Reporting of SDGs by Quality, Environmental, and Occupational Health and Safety-Certified Organizations. *Sustentabilidad*, 11(20), 5797. doi:<https://doi.org/10.3390/su11205797>
- Goi, A., Hocquette, J., Pellattiero, E., & De Marchi, M. (2022). Handheld near-infrared spectrometer allows on-line prediction of beef quality traits. *Meat Science*, 184. doi:10.1016/j.meatsci.2021.108694
- Guo, Y., Zhao, H., Zhang, S., Wang, Y., & Chow, D. (20 de Febrero de 2021). Modeling and optimization of environment in agricultural greenhouses for improving cleaner and sus-

- tainable crop production. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124843. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124843>
- Hao, M., Mei , L., Ying, L., Xuelling, Z., Le , S., WenqianDang, D., . . . Chong , L. (2022). Research progress on properties of pre-gelatinized starch and its application in wheat flour products. *Grain & Oil Science and Technology*, 87-97. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gaost.2022.01.001>
- Hoff , R., de Souza , L., Dutra , M., Turnes , C., Zapelini , A., Molognoni , L., . . . Daguer, H. (2022). *Cassava-based materials for matrix solid phase dispersion: An alternative for sample preparation in food analysis*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2022.123263>
- Hollas, C., Rodrigues, H., Bolsan, A., Venturin, v., Bortoli , M., Antes, F., . . . Kunz , A. (2023). Swine manure treatment technologies as drivers for circular economy in agribusiness: A techno-economic and life cycle assessment approach. *Science of The Total Environment*, 857, 159494. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159494>
- Jouzdatani, J., & Govindan, K. (1 de Enero de 2021). On the sustainable perishable food supply chain network design: A dairy products case to achieve sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123060. doi:<https://doi-org.ezproxy.cuc.edu.co/10.1016/j.jclepro.2020.123060>
- Jurburg, D., & Álvaro , C. (2019). *Analyzing the main competences required for the implementation of Industry 4.0 in the Uruguayan agro-industry sector*. Montevideo: Universidad de Montevideo. doi:<https://doi.org/10.36561/ING.17.7>
- Karson, K., Dreyer, B., Olsen , P., & Elvevoll , E. (2013). Literature review: Does a common theoretical framework to implement food traceability exist? *Food Control*, 32, 409-417. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.011>
- Kerimov, M., Belinskaia, I., Evdokimov, K., Samorukov, V., & Klochkov, Y. (2022). Technological Machines Operation by Identification Method. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 364–379. doi:10.33889/IJMEMS.2022.7.3.025
- Komlatsky, V., Podoinitsyna , T., Verkhoturov , V., & Kozub , Y. (s.f.). Automation technologies for fish processing and production of fish products. *Conference Series*, 1399. Rusia. doi:10.1088/1742-6596/1399/4/044050
- kumari, s., Venkatesh, V., & shi, y. (Febrero de 2023). Virtual technologies adoption to sustain quality in agricultural sector: An emerging economy perspective. *Journal of Cleaner Production*, 388, 135988. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135988>
- Marchese, A., & Tomarchio, Y. (2022). A blockchain-based system for agri-food supply chain traceability management. *SN Computer Science*, 279. doi:<https://doi-org.ezproxy.cuc.edu.co/10.1007/s42979-022-01148-3>
- Moro, L., Pauli, J., Maculan, L., Neckel, A., Pivoto, D., Guedes , C., . . . Carmo, V. (2023). *Sustainability in agribusiness: Analysis of environmental changes in agricultural production using spatial geotechnologies*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100807>

- Muhan, H., & Jianhua, S. (2021). Chinese medicinal herbs supply chain circulation traceability system based on agricultural internet of things sensor. *Sustainable Computing: Computing and Systems*, 100518. doi:<https://doi.org/10.1016/j.suscom.2021.100518>
- Mironova, E., Romanenko, E., Selivanova, M., Aysanov, T., & German, M. (2021). Scheme for automation and energy saving of the technological process for the production of functional beverages. *International Scientific Conference on Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies*, (pág. 355017). Russian Federation: Universidad Estatal Agraria de Stavropol. doi:10.1051/e3sconf/202124402004
- Pradeep Menon, A., Lahoti, V., Gunreddy, N., chadha, U., Kumaran Selvaraj, S., Nagalakshmi, R., . . . Karthikeyan, B. (2022). Quality control tools and real-time data digitization in sustainable manufacturing. *International Journal of Interactive Manufacturing and Design*. doi:<https://doi-org.ezproxy.cuc.edu.co/10.1007/s12008-022-01054-1>
- Rane, R., Marar, T., Sonawane, S., & Dabade, A. (2022). A review on Instant Controlled Pressure Drop Technology (DIC) associated with Drying technology and effect on quality characteristics. *Food Chemistry Advances*, 1, 100114. doi:<https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100114>
- Sears , J., & Hitt, M. (2023). Post-acquisition integrative invention and differences in the quality of target and acquirer technological capabilities. *Journal of Business Research*, 113516. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113516>
- T, T., XF, X., Ren, X., Zhang, J., & Wang, Z. (2020). Application of stable isotope technology to trace the geographical origin of agricultural products. *Sci Technol Food*, 8, 1–11. doi:10.13189/fst.2020.080101
- Urbano E. , G., Martha L. Orellana, & Jesús M. , S. (2019). Appropriation of Information Technology Systems for Decision Making Support Systems by Agroindustry Producers Based on Simulation Models or Serious Games: A Review. *Información tecnológica*, 30(5). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500331>
- Vasserman, E. (2023). Andrei Fedorov's impact: a scientometric analysis. *Persepectimes*. doi:<https://doi-org.ezproxy.cuc.edu.co/10.1080/0907676X.2023.2165954>
- Valdokhina, S., Vedenkina , I., & Roiter , L. (2019). Traceability as a management tool for processing poultry products. *International Scientific and Practical Conference on Agrarian Economy in the Era of Globalization and Integration*. Rusia: All-Russian Research and Technological Poultry Institute. doi:10.1088/1755-1315/274/1/012090
- Vargas Leal, V. (2023). *SPOC on Technology Watch, Scientometrics and Bibliometrics for library staff members of UNIRED*. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Obtenido de https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/19070/2.%20Trabajo__Viviana_Marcela_Vargas_Leal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vozniak, O. (2022). Automated system for the drying of sugar production pulp. *INGENIERÍA, ENERGÍA, TRANSPORTE AIC*, 65-76. doi:10.37128/2520-6168-2022-1-8

- yan , c., & peilun , g. (2019). Extracción de palabras clave de un solo documento mediante la cuantificación de características estructurales de orden superior del gráfico de coocurrencia de palabras. *Habla y Lenguaje Informático*, 98-107. doi:<https://doi.org/10.1016/j.csl.2019.01.007>
- Yongli , Z., Juntao , Z., Xiangyang , L., & Ping , W. (2019). A scientometrics analysis and visualization of low back pain. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 100655. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2022.12.002>
- Yostin J., A., Julián , M., Danny , M., & Layla Michán, A. (2021). Cómo aplicar la cienciometría a la investigación ecológica. *Ecosistemas*, 2256. doi: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2256>
- Zhang, L., Raza , K., Hussain , K., Awad, M., Aldersoni , A., & Alvarado, R. (2023). Importance of institutional quality and technological innovation to achieve sustainable energy goal: Fresh policy insights. *Journal of Innovation & Knowledge*, 100325. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100325>
- Zuo, Y., Juntao , Z., Xiangyang , L., Yihua , F., Fu, B., & Ping , W. (2023). A scientometrics analysis and visualization of low back pain. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 100655. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2022.12.002>

Una revisión de la biología de *Batrachochytrium dendrobatidis*

A Review of the Biology of *Batrachochytrium dendrobatidis*

Anny L. Marmolejo-Vargas¹, Liliana Solano², Yair Baleta-Osorio³,
Dilan Vergara-Comas⁴

Resumen

Uno de los casos más preocupantes de pérdida de biodiversidad es la disminución de las poblaciones de anfibios en todo el mundo, ocasionada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*–*Bd*, el cual provoca desde síntomas leves hasta la muerte de los infectados. En los últimos treinta años se han realizado muchas investigaciones experimentales desde diferentes perspectivas, para comprender la naturaleza de *Bd* alrededor del mundo. La presente revisión pretende compilar, sintetizar y analizar el conocimiento generado hasta la fecha sobre la biología de *Bd*, con el fin de incentivar los estudios que permitan generar nuevos conocimientos y contribuyan en el inicio de estrategias para impedir la propagación de la quitridiomycosis y, con ello, el declive de la diversidad anfibia.

Palabras clave: patógeno, Quitridiomycosis, hongo, anfibios, conservación.

Abstract

One of the most worrying cases of biodiversity loss is the decline in amphibian populations worldwide, caused by the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*–*Bd*, which causes mild symptoms to the death of those infected. In the last thirty years, many experimental investigations have been carried out from different perspectives, to understand the nature of *Bd* around the world. This review aims to compile, synthesize and analyze the knowledge generated to date on the biology

1 Biólogo. Integrante del grupo de Investigación Biología Evolutiva. Departamento de Biología y Química. Facultad de Educación y Ciencia. Universidad de Sucre. Correo: annylumava@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8243-742X>

2 Doctora en Biología evolutiva, Bióloga. Líder del Grupo de Investigación Biología Evolutiva. Departamento de Biología y Química. Facultad de Educación y Ciencia. Universidad de Sucre. Correo: liliana.solano@unisucra.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1366-1508>

3 Biólogo, Integrante del grupo de Investigación Biología Evolutiva, Departamento de Biología y Química. Facultad de Educación y Ciencia, Universidad de Sucre. Correo: yairbaleta1026@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7267-8799>

4 Biólogo. Docente Programa de Biología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona. Correo: dilanvc120@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0396-4783>

of Bd, to encourage studies that allow generating new knowledge and contribute to the initiation of strategies to prevent the spread of chytridiomycosis and, with this, the decline of amphibian diversity.

Keywords: pathogen, Chytridiomycosis, fungus, amphibians, conservation.

Introducción

Los anfibios constituyen un grupo biológico de suma importancia en los hábitats donde se encuentran. Estos son indicadores importantes de la salud ambiental (Li *et al.*, 2017; Saber *et al.*, 2017; West, 2018); poseen funciones imprescindibles en muchos ecosistemas, ya que, según la etapa del ciclo de vida en el que se encuentran, presentan diversas posiciones en la cadena trófica, actuando como reguladores de las poblaciones de ciertas plagas o como presas de otras especies (Haider, 2021; West, 2018). En consecuencia, la disminución de las poblaciones de anfibios en todo el mundo es uno de los casos más preocupantes de pérdida de biodiversidad (Almond *et al.*, 2020; Flechas, 2017; Scheele *et al.*, 2019; Velásquez-E., 2008), que, además, puede afectar la diversidad de otros grupos de organismos (Zipkin *et al.*, 2020).

Las pérdidas poblacionales y disminución de la diversidad de anfibios han ocurrido tanto en zonas intervenidas por el hombre, como en áreas destinadas para la conservación (Covarrubias *et al.*, 2021; Palmeirim *et al.*, 2017; Reboucas *et al.*, 2021), lo que se atribuye a factores antrópicos, abióticos o bióticos (o, en su defecto, a conjuntos de estos), tales como: la fragmentación de hábitats para la explotación minera, ganadera o agropecuaria, el uso de pesticidas, fertilizantes u otros contaminantes químicos, la introducción de especies exóticas, la radiación ultravioleta, el cambio climático y la aparición de enfermedades emergentes ocasionadas por patógenos fúngicos, virales o de origen animal (Brühl y Zaller, 2019; Flechas, 2017; Reid *et al.*, 2019). Pero el factor que ha resultado ser más devastador es el agente etiológico de la quitridiomycosis (Acevedo *et al.*, 2016), debido a su alta virulencia, amplio rango de huéspedes y rápida propagación en el mundo (Fisher y Garner, 2007; Hudson *et al.*, 2006; Scheele *et al.*, 2012)

La quitridiomycosis es ocasionada por los hongos patógenos de las especies *Batrachochytrium dendrobatidis* (en adelante, Bd) (Longcore *et al.*, 1999) y *B. salamandrivorans* (Martel *et al.*, 2013), que afectan la piel de las clases Caudata, Anura y Gymnophiona, ocasionando sintomatologías leves o la muerte (Acevedo *et al.*, 2016). La enfermedad ha afectado entre 700 a 1000 especies de anfibios a nivel mundial (Castro Li *et al.*, 2021; Monzon *et al.*, 2020), infectando desde especies abundantes o sin un estado de preocupación, hasta especies que se encuentran clasificadas en alguna categoría de peligro según la IUCN (Arellano *et al.*, 2017; Sasso *et al.*, 2021; Whitfield *et al.*,

2017); hasta el momento, 90 especies se creen extintas a causa de la quitridiomycosis (Scheele *et al.*, 2019). *Batrachochytrium dendrobatidis* es la especie con más frecuencia, encontrándose en todos los continentes, excepto en la Antártida (Sewell *et al.*, 2021), pero el establecimiento del patógeno aumenta en las regiones donde se concentra la mayor diversidad de anfibios (Ron, 2005).

En los últimos treinta años han aumentado las investigaciones experimentales que permiten conocer los factores causales de los declives en las poblaciones de anfibios, incluyendo estudios específicos para comprender la naturaleza de Bd. Sin embargo, hasta la fecha no se ha publicado una compilación de estos trabajos que permita identificar brechas en el conocimiento sobre este patógeno y resaltar áreas para futuras investigaciones. Con el propósito de responder a esta necesidad, la presente revisión pretende compilar, sintetizar y analizar el conocimiento generado hasta la fecha sobre la biología de Bd, con el fin de incentivar los estudios que permitan profundizar en líneas de investigación sobre el patógeno, y contribuyan en el diseño de estrategias para impedir la propagación de la quitridiomycosis y con ello el declive de la diversidad anfibia.

Metodología

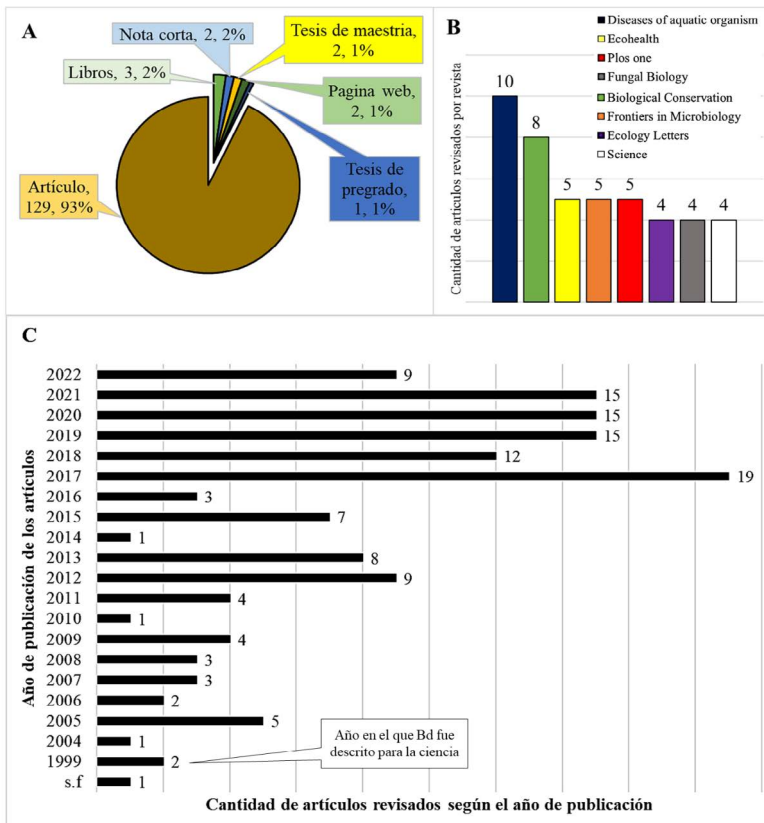
Se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura publicada, que se obtuvo a partir de la búsqueda cuidadosa en dos bases de datos especializadas, que son: Google académico y Scopus (el tiempo de recuperación fue del 1 de septiembre de 2022, al 1 de mayo de 2023). Para ello, se consultaron notas científicas, artículos de revistas indexadas y libros con información sobre los descubrimientos y aportes a la biología de Bd, como su taxonomía, descripción, ciclo de vida, patogenicidad y virulencia. En las bases de datos se realizaron búsquedas usando términos claves y operadores booleanos, utilizando la siguiente fórmula de búsqueda: “(*Batrachochytrium dendrobatidis* OR Chytrid) AND ([Palabra variable según la búsqueda]”); esta misma fórmula se usó para buscar toda la información en la que debía profundizar. Todas las búsquedas se realizaron en inglés, para obtener la mayor cantidad de información posible. La búsqueda no se limitó a publicaciones recientes, debido a que muchas de las investigaciones relacionadas con biología de Bd se han publicado desde 1999. La clasificación taxonómica actual siguió a Wijayawardene *et al.* (2020) y la nomenclatura se verificó en la base de datos Indexfungorum (<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>).

Resultados y discusión

A continuación, se compila y analiza la información aportada por 142 referencias; entre estos, 131 son artículos y notas cortas de revistas indexadas, tres son tesis inéditas

de pregrado y maestría, y tres libros (Figura 1.A), los cuales fueron publicados entre 1999 y 2022 (Figura 1.C), siendo la revista *Diseases of aquatic organism* la que más frecuencia mantuvo durante la búsqueda. La revisión se divide en secciones que abarca la clasificación, descripción, ciclo de vida y los múltiples componentes que ocasionan variaciones en su patogenicidad y virulencia en los anfibios del mundo. También, se añadió una sección para tratar las formas de manejo y estrategias de conservación de la diversidad de anfibios, a partir del conocimiento de la biología del patógeno.

Figura 1. Resumen de las referencias usadas para la creación de la revisión sobre la biología de *Bd*.



Nota. La gráfica A muestra un diagrama circular con los tipos de referencias usados para la revisión; la gráfica B muestra las ocho revistas indexadas más utilizadas para esta revisión; la gráfica C muestra un diagrama de barras que resume el número de referencias analizadas según los años en los que fueron publicados. *Nota:* s.f. indica que no tiene fecha; el único documento sin fecha utilizado corresponde a las recomendaciones dadas por la U.S. Fish & Wildlife Service para el ingreso a una zona natural.

Figura 2. Jerarquía taxonómica y clasificación actual de *Bd*.

SECCIÓN 1. Taxonomía de *Bd* (Figura 2).



Nota. Los rectángulos de la izquierda muestran el nivel taxonómico al que se hace referencia; a la derecha se muestra el nombre de este y los autores que los describieron. En la parte de arriba se muestra el nivel taxonómico más general y hacia abajo se muestran los más específicos. Los colores se usaron con fines decorativos.

El reino Fungi abarca organismos eucarióticos, heterótrofos, con células filamentosas que poseen paredes celulares y se reproducen tanto sexual como asexualmente por medio de esporas (Blackwell y Spatafora, 2004). A partir de estudios moleculares se ha clasificado en 19 phyla (Wijayawardene *et al.*, 2020), entre las cuales se encuentra el phylum Chytridiomycota, el cual contiene al 77% de los hongos quitridio o con esporas asexuales sin pared celular y posteriormente flageladas (zoosporas) (Webster y Weber, 2007; Wijayawardene *et al.*, 2020). El phylum es ecológicamente diverso, por lo que se encuentra en ecosistemas terrestres y acuáticos, ya sea como saprobios, contribuyendo significativamente a la degradación inicial de los detritos de plantas, quitina y queratina (Johnson y Speare, 2005; Khomich *et al.*, 2017), o como parásitos intracelulares o epibióticos de musgos, algas, angiospermas, polen de gimnospermas, rotíferos, nematodos, anfibios u otros hongos (Cannon y Sutton, 2004; Barron, 2004; Kirk *et al.*, 2008; Naranjo-Ortiz y Gabaldón, 2019; Webster y Weber, 2007). El phylum Chytridiomycota contiene nueve clases, entre las cuales se encuentra la clase Rhizophyidiomycetes, que solo contiene al orden Rhizophydiales, con 18 familias (Wijayawardene *et al.*, 2020), y se caracteriza por presentar zoosporangios monocéntricos, con una o más papilas de secreción inoperculadas, epibiótico, con un eje rizoideo endobiótico que se ramifica y zoosporas sin tapón flagelar (este último es un carácter de ultra estructura, por lo que solo es visible con microscopía electrónica de transmisión) (Letcher *et al.*, 2006).

De las familias del orden Rhizophydiales, destacamos a Batrachochoytriaceae, que se caracteriza por presentar zoosporas subesféricas y otros caracteres de ultra estructura, como: ribosomas agregados y numerosas gúttulas de lípidos organizados en dos grupos, asociados con una lámina de microcuerpo y anidados en la periferia de la masa ribosómica; raíz cinetosómica con microtúbulos paralelos al cinetosoma hacia el núcleo ribosómico; cinetosoma unido a centriolo no flagelado con fibras superpuestas (Doweld, 2013). La familia Batrachochoytriaceae, aún no está completamente aceptada por la comunidad micológica mundial, pero según Wijayawardene *et al.* (2020) está conformada por un género y dos especies, estas son: *Batrachochytrium dendrobatidis* (también llamado Bd para facilitar su nombramiento) y *B. salamandrivorans*. Estas son las únicas especies conocidas del phylum Chytridiomycota capaces de causar enfermedades en los vertebrados, al atacar específicamente la queratina de la piel de anfibios post metamórficos o el aparato bucal de renacuajos (Briggs *et al.*, 2005; Flechas *et al.*, 2013).

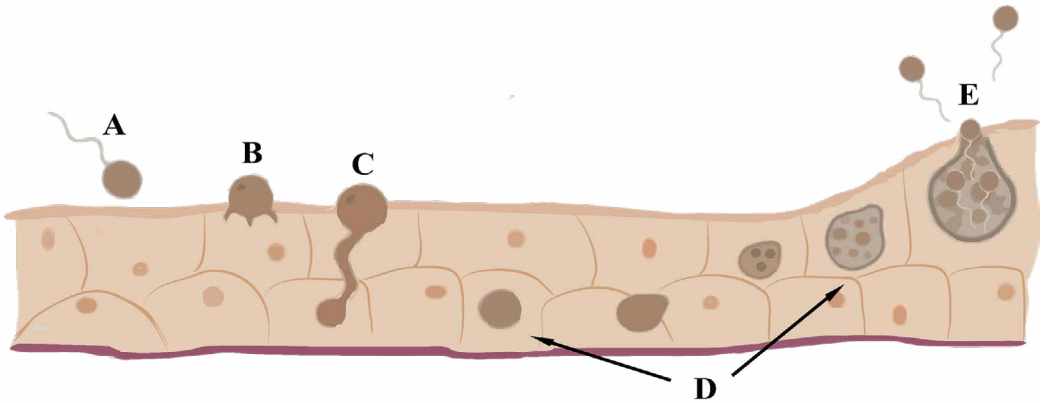
Sección 1.1. Descripción de Bd

Bd es un hongo Chytridiomycota que se caracteriza por presentar zoosporangios angulares a esféricos de hasta 40 μm de diámetro, con una o más papilas de descarga de zoosporas; zoosporas con flagelos de 19-20 μm (Longcore *et al.*, 1999). Se ha comprobado que Bd se desarrolla bien en temperaturas que van desde 4 a 29 °C, pero cada cepa presenta un mejor crecimiento a diferentes intervalos de temperaturas que oscilan entre los 15 y 25 °C (Stevenson *et al.*, 2020). También se ha demostrado que las zoosporas de Bd pueden permanecer viables, aún luego de ser sometidas a congelación (-12 °C) y choques térmicos (Voyles *et al.*, 2017).

SECCIÓN 2. Ciclo de vida

Las zoosporas móviles de Bd requieren de un medio acuoso para su dispersión y supervivencia (Walker *et al.*, 2007). Estas detectan posibles huéspedes anfibios por medio de la quimiotaxis (Sewell *et al.*, 2021), es decir, las zoosporas se mueven y orientan según los gradientes químicos presentes en el entorno acuático (Bartholow, 2018); exhiben quimiotaxis positiva en respuesta a una variedad de fuentes potenciales de nutrientes, que incluyen glucosa, lactosa, cisteína y queratina (Moss *et al.*, 2008). Sin embargo, Bd presenta otras formas de transmisión, ya sea sin contacto físico, a través del aire, suelo u otros sustratos, permaneciendo infeccioso hasta por 12 semanas en arena húmeda de río y plumas de aves, lo que sugiere que la translocación del sustrato podría favorecer la propagación del Bd (Courtois *et al.*, 2017; Johnson y Speare, 2005; Walker *et al.*, 2007); o transmisión con contacto físico, que se da directamente entre huéspedes y es la principal vía de transmisión de Bd (Courtois *et al.*, 2017).

Figura 3. Ciclo de vida de *Bd* cuando parasita la piel de anfibios.



Nota. Las letras en la figura indican lo siguiente: (A) Zoospora llegando a la superficie de la piel de un anfibio susceptible, (B) formación de quiste, (C) formación de tubo germinal y talo, (D) desarrollo de zoosporangio y zoosporas, y (E) liberación de zoosporas maduras. Ilustración basada en la imagen de Sewell *et al.* (2021).

Independientemente de la forma de transmisión, al encontrar un nuevo huésped, la zoospora de *Bd* se adhiere a la piel, se enquista y retrae su flagelo al entrar en contacto con la mucosa de la piel del anfibio (Figura 3.A) (Robinson *et al.*, 2022), y luego produce un tubo germinativo que invade las células epiteliales de huésped (Figura 3.B) (Medina y Buchler, 2020; Robinson *et al.*, 2022; Sewell *et al.*, 2021; Verbrugge *et al.*, 2019). El tubo germinativo permite que la Zoospora descargue su material celular en la célula del huésped, formándose una hinchazón intracelular que da lugar a un nuevo talo de *Bd*, formando el zoosporangio (Verbrugge *et al.*, 2019) (Figura 3.C). El zoosporangio inicialmente contiene un núcleo que, posteriormente, atraviesa múltiples rondas de divisiones nucleares mitóticas, sin citocinesis; luego se da la ciliogénesis, la invaginación de la membrana y la encapsulación coordinada de núcleos individuales, cilios y otros orgánulos, para formar nuevas zoosporas (Berger *et al.*, 2005; Medina y Buchler, 2020) (Figura 3.D). Cuando las zoosporas están completamente formadas, el zoosporangio migra hacia la superficie epidérmica y forma papilas de secreción en dirección a la superficie de la piel para liberar las zoosporas al medio (Berger *et al.*, 2005) (Figura 2.E). Las zoosporas liberadas se dispersan (Figura 3.E), iniciando nuevamente el ciclo de infección al llegar a nuevos huéspedes, o re infectando al mismo huésped, lo que lleva a un crecimiento exponencial de la infección y daño a la piel (Berger *et al.*, 2005; Longcore *et al.*, 1999; Sewell *et al.*, 2021) (Figura 3.D).

Hasta la fecha, la reproducción sexual de *Bd*, es decir el momento de apareamiento o meiosis, no está documentada, pero se sabe que ocurre, debido a que se han encontrado

cepas con combinaciones de alelos de diferentes linajes genéticos de Bd (Samarasinghe *et al.*, 2020). También se han propuesto otros mecanismos celulares de entrecruzamiento que no implican meiosis, como lo es la reproducción parasexual, documentada para otros grupos de hongos patógenos y que puede explicar los niveles variables de aneuploidía que prevalecen en los aislamientos individuales de Bd (Samarasinghe *et al.*, 2020).

Bd también puede actuar como un hongo saprobio facultativo, es decir, puede degradar y alimentarse de material animal, como piel muerta de aves, anfibios o serpientes y en medios de cultivo líquidos o sólidos (Garmyn *et al.*, 2012; Longcore *et al.*, 1999). Esto aumenta el potencial de Bd para ocupar una amplia gama de hábitats independientes de los anfibios (Hossack *et al.*, 2009).

SECCIÓN 3. Factores que afectan la patogenicidad y virulencia de Bd

Bd es un patógeno generalista, es decir, tiene la capacidad de desarrollarse en una amplia gama de condiciones ambientales (Voyles *et al.*, 2017) y posee baja especificidad de hospederos, por lo que puede infectar a muchas especies de anfibios. Para que se dé el proceso de infección de Bd, se requiere una carga considerable de zoosporas en el ambiente, puesto que las zoosporas individuales a menudo no se desarrollan (Longcore *et al.*, 1999). La carga ambiental de zoosporas también determina la intensidad de la infección o virulencia, la cual puede variar según el contexto y entre huéspedes (Díaz *et al.*, 2020), dándose tres situaciones: (1) una carga dispersa, donde la mayoría de las infecciones son débiles y solo un pequeño número de huéspedes están gravemente infectados (en este caso puede existir un equilibrio entre las apariciones de nuevos individuos y las muertes por Bd, o efecto estabilizador en la dinámica huésped-patógeno); (2) altas cargas que se correlacionan con una marcada disminución de la supervivencia; y (3) la supervivencia a pesar de las altas cargas de Zoosporas (Díaz *et al.*, 2020; Spitzen-van *et al.*, 2017).

La variación en patogenicidad y virulencia de la quitridiomycosis se debe a diferentes factores bióticos y abióticos que determinan la susceptibilidad de los huéspedes y los estados clínicos dentro y entre las especies expuestas al patógeno (Courtois *et al.*, 2017; Sasso *et al.*, 2021; Zumbado-Ulate *et al.*, 2019a). A continuación, tratamos varios de estos factores, como lo son: Cepas de Bd implicadas en la infección, etapa del ciclo de vida del hospedero, especies de los huéspedes afectados y condiciones ambientales.

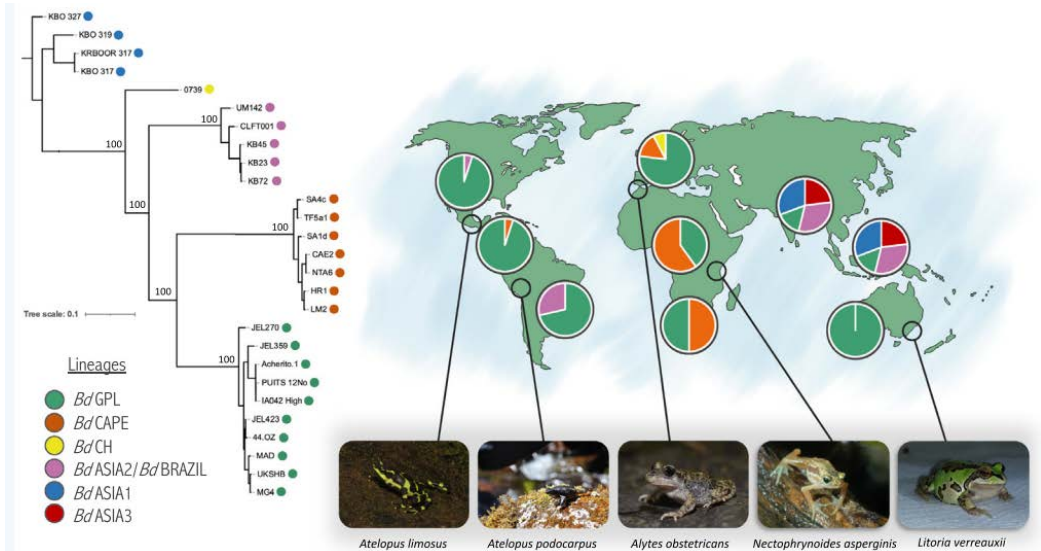
Sección 3.1. Cepas de Bd implicadas en la infección

Se cree que la aparición de la quitridiomycosis en el mundo fue consecuencia de las alteraciones ambientales, como las generadas por el calentamiento global, ocasionando que ciertos anfibios se volvieran susceptibles a organismos preexistentes naturalmente en la mayoría de los continentes (Fisher y Garner, 2007). Contrario a esto, se ha sugerido que

Bd surgió en Asia, pero su propagación en el mundo fue mediada por la actividad humana, como la introducción de especies de anfibios invasores y el comercio internacional de anfibios infectados (Farrer *et al.*, 2011; Fisher y Garner, 2007; Scheele *et al.*, 2012). Esta última hipótesis se encuentra mejor respaldada por numerosos estudios que comparan cepas de Bd de diferentes continentes, a través de secuencias multiloci (Farrer *et al.*, 2011; Fisher *et al.*, 2009; James *et al.*, 2009), por lo que al extenderse a nuevas áreas geográficas y alcanzar nuevas especies de huésped, se generaron seis linajes evolutivos profundamente divergentes (Samarasinghe *et al.*, 2020), y que están correlacionados filogeográficamente (Byrne *et al.*, 2022; Sewell *et al.*, 2021) (Figura 4).

Para cada linaje de Bd se han aislado cepas con diferentes grados de patogenicidad y virulencias, siendo las cepas con mayor virulencia las que pertenecen al linaje genético llamado BdGPL (las siglas significan “Global Panzootic Lineage” o “Linaje Panzoótico Global” en español) y que se ha asociado con casi todos los brotes de quitridiomycosis en el mundo (Farrer *et al.*, 2011; Sewell *et al.*, 2021). Samarasinghe *et al.*, (2020) indican que los otros linajes supuestamente menos virulentos de Bd incluyen: dos linajes endémicos de Asia, BdAsia3 y BdAsia1, siendo el último el más cercano a la fuente de origen de Bd, específicamente en la península de Corea (O’hanlon *et al.*, 2018); un linaje brasileño endémico de la región del Bosque Atlántico del sur de Brasil, BdBrazil/Asia2; un linaje africano endémico de la región del Cabo de Sudáfrica, BdCape; y el linaje suizo, BdCH, con menor representación y menor distribución, pero no está claro si es una cepa endémica de Europa o si tiene una distribución más amplia (Farrer *et al.*, 2011). Fisher *et al.* (2009) estudiaron las variaciones morfológicas entre los linajes, observando que los perfiles fenotípicos están relacionados con la virulencia de los aislamientos, por lo que las cepas con linaje BdGPL presentan diferentes perfiles de expresión enzimática, probablemente más agresivas, y zoosporangios de mayor tamaño comparado con las cepas de otros linajes.

Figura 4. Linajes de *Bd* y su relación filogeográfica. Ilustración tomada de Scheele *et al.*, (2012).



Los patrones de diversidad genética de las cepas de *Bd* están vinculados a la geografía, factores ambientales y a las especies huésped (Byrne *et al.*, 2022; James *et al.*, 2009). Por lo que su patogenicidad y virulencia puede variar según los niveles de tolerancia térmica de las cepas (Voyles *et al.*, 2017), o según los cambios en las frecuencias de genotipos expresadas en la población huésped, ocasionados por la supervivencia a variantes particulares de *Bd* (Ellison *et al.*, 2017).

Sección 3.2. Etapa del ciclo de vida del hospedero

Cuando *Bd* encuentra a una larva de anfibio, invade la única zona queratinizada de su cuerpo, el aparato bucal, provocando decoloración y anomalías que dificultan su alimentación, lo que ralentiza su desarrollo y aumenta la probabilidad de ser depredado, pero generalmente no ocasiona la muerte de los renacuajos (Blaustein *et al.*, 2005; Briggs *et al.*, 2005; Walker *et al.*, 2007; Vieira *et al.*, 2013). Se conoce que los renacuajos de ciertas especies poseen estrategias homeostáticas para fortalecer su actividad cardíaca cuando ocurre la infección, aumentando la fuerza de contracción para mejorar el rendimiento cardíaco (Salla *et al.*, 2015). Esta es una muestra de que, en los renacuajos, este patógeno no solo afecta el aparato bucal, sino que también puede estar afectando los procesos fisiológicos implicados en la respiración celular.

Se cree que al atravesar la metamorfosis y mudar la queratina presente en el aparato bucal, los anfibios pueden eliminar por completo la infección de *Bd* adquirida en la etapa larvaria (Briggs *et al.*, 2005). Sin embargo, en las últimas etapas de la metamorfosis, los renacuajos generan una oleada de hormona tiroidea (TH, por sus siglas en inglés), indispensable para su transformación final (Paul *et al.*, 2022), pero que a su vez induce la síntesis de proteasas serinas en *Bd*, las cuales degradan las proteínas de la piel de los anfibios (Thekkiniath *et al.*, 2013). Thekkiniath *et al.* (2013) también comprobaron que las zoosporas de *Bd* poseen quimiotaxis positiva para la TH. Asimismo, en las últimas etapas de la metamorfosis se genera una gran cantidad de corticosteroides, que actúan sinérgicamente con TH durante el desarrollo postembrionario (Paul *et al.*, 2022), pero se ha documentado que su aumento puede producir deterioro inmunitario transitorio durante la metamorfosis (Fernández-Loras *et al.*, 2017). Adicionalmente, se ha documentado que la infección durante la etapa larvaria puede acarrear costos que se manifiestan en la poca inversión para la producción de defensas químicas en metamorfos (Fernández-Loras *et al.*, 2017; Ujszegi *et al.*, 2021). Por lo que, este conjunto de situaciones, dejan a los anfibios juveniles más propensos a infecciones causadas por diferentes agentes patógenos, y estarían beneficiando la supervivencia y colonización fúngica de *Bd* durante las últimas etapas de la metamorfosis.

En la etapa larvaria de los anfibios, también se aumenta la probabilidad de transmisión del hongo, debido a que muchas especies presentan un comportamiento de agregación densa de renacuajos, aumentando la proximidad entre los individuos infectados y los susceptibles (Courtois *et al.*, 2017). Esta es una de las razones por las cuales es frecuente encontrar que los renacuajos presentan los mayores porcentajes de prevalencia de *Bd*, en comparación con los anfibios adultos (Diaz *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2021; Spitzen-van *et al.*, 2017), prevalencia que tiende a aumentar en renacuajos con desarrollo lento (Das Neves-da-Silva *et al.*, 2021). Al no ser mortalmente afectados por *Bd*, pero presentar alta prevalencia, los renacuajos estarían actuando como reservorios del patógeno, promoviendo la infección de anfibios adultos (Li *et al.*, 2021; Neves-da-Silva *et al.*, 2021). Lo anterior podría resultar particularmente relevante en especies que exhiben cuidado parental.

Cuando las zoosporas de *Bd* encuentran a anfibios postmetamórficos, infectan la epidermis, ocasionando síntomas visibles como lesiones en el abdomen, pelvis y extremidades (Cepero *et al.*, 2012; Sewell *et al.*, 2021). Los huéspedes presentan moderada hiperplasia epidérmica y una marcada hiperqueratosis, debido al engrosamiento del estrato córneo de dos a cinco veces su tamaño normal, y también presentan mayores tasas de desprendimiento de piel (Cepero *et al.*, 2012). Durante el proceso de infección, *Bd* libera enzimas y micotoxinas que afectan las células epidérmicas e inhiben las respuestas inmunitarias protectoras de los anfibios (Brutyn *et al.*, 2012; Fites *et al.*, 2013). Esto

ocurre cuando el material celular fúngico se vierte en las células del huésped (Figura 3.C), liberando enzimas proteolíticas que degradan la elastina y péptidos antimicrobianos de la piel de los anfibios, y que alteran las uniones intercelulares en la epidermis y sus componentes subcelulares, al degradar polipéptidos como el complejo cadherina/b-catenina (Brutyn *et al.*, 2012; Starr *et al.*, 2022). Este último complejo, normalmente evitan la apoptosis celular de tipo “anoikis”, es decir, la apoptosis ocasionada por la pérdida de contacto célula-célula o célula-membrana basal (Thomas *et al.*, 1999). Por lo que, selectivamente, las enzimas de Bd degradan el complejo cadherina/b-catenina ocasionando la apoptosis de la célula de la epidermis de los anfibios, sin afectar las células del estrato córneo ni la dermis (Brutyn *et al.*, 2012). Además, las micotoxinas solubles no proteicas que se encuentran en la pared celular del zoosporangio de Bd, inhiben la proliferación de linfocitos T y B, e inducen la apoptosis de células no linfoides, paralizando el sistema inmune del anfibio infectado (Fites *et al.*, 2013).

Batrachochytrium dendrobatidis también reduce la osmolalidad y las concentraciones de electrolitos plasmáticos (como el sodio y potasio) de los anfibios adultos, afectando la función de la membrana celular, y disminuyendo la conducción del potencial de acción en el músculo liso y cardíaco (Salla *et al.*, 2015; Verbrugge *et al.*, 2019). Por ello, en la mayoría de los casos, los anfibios infectados mueren luego de un paro cardíaco asistólico (Salla *et al.*, 2015; Sewell *et al.*, 2021). También se ha encontrado que Bd produce otros metabolitos que podrían estar ocasionando la pérdida del reflejo de enderezamiento, debido a que inhiben los canales de calcio, impidiendo la liberación de neurotransmisores indispensables para las respuestas neurológicas básicas (Starr *et al.*, 2022).

Sección 3.3. Especies de los huéspedes afectados

Las poblaciones de anfibios infectadas con Bd pueden sufrir una rápida disminución de especies y, en algunos casos, hasta un 100% de mortalidad en poblaciones silvestres y cautivas (Cepero *et al.*, 2012; Fisher y Garner, 2007). Muchas de las especies gravemente afectadas suelen presentar una gran afinidad con diferentes fuentes de agua permanentes, lo que aumenta las probabilidades de infectarse con el patógeno (Byrne *et al.*, 2017; Ellison *et al.*, 2017; Flechas *et al.*, 2012; Scheele *et al.*, 2012). También se ha observado que los individuos más grandes, independientemente de la etapa de desarrollo, tienen una mayor probabilidad de ser infectados (Valencia-Aguilar *et al.*, 2016).

A pesar de que Bd posee la capacidad de superar muchas de las barreras de defensa de los anfibios (Fites *et al.*, 2013; Starr *et al.*, 2022), no todas las especies son susceptibles; se conoce que varias actúan como superpropagadoras del patógeno debido a que no sufren ningún efecto por la infección (Jackson, 2020; Salla *et al.*, 2015). Esto se debe a que algunos anfibios han adquirido y fortalecido sus estrategias contra el patógeno;

Bancroft *et al.* (2011) sugieren que esto depende del tamaño corporal en la madurez, los aspectos del comportamiento de puesta de huevos y la dependencia al agua, lo que indica que las características a nivel de especie influyen en la susceptibilidad de los anfibios a Bd. Las especies de anfibios se consideran resistentes si presentan baja prevalencia y baja intensidad de infección, a pesar de ser sometidas a altas cargas de zoosporas; mientras que las especies que se consideran tolerantes presentan alta prevalencia y altas intensidades de infección, sin efectos malignos en los rasgos de la historia de vida (Ujszegi *et al.*, 2021). Esta resistencia y tolerancia puede deberse a diferentes estrategias innatas o adaptativas que presentan algunas especies de anfibios.

Sección 3.3.1. Estrategias de defensa de los anfibios contra Bd

La piel de los anfibios es su primera barrera de defensa, ya que presenta elementos físicos, químicos, inmunológicos y microbiológicos, que actúan impidiendo el ataque de diferentes patógenos (Varga *et al.*, 2019). La resistencia y tolerancia que poseen algunas especies de anfibios hacia Bd, se puede explicar por las diferentes formas de defensas inmunitarias en la piel, como la producción celular de péptidos antimicrobianos (AMP, por sus siglas en inglés) y esteroides, o por presentar un nutrido microbioma en la piel con gran cantidad de microorganismos anti-Bd.

La producción de ciertos AMP es la estrategia de defensa anti-Bd más estudiada (Varga *et al.*, 2019). Se ha demostrado que la codificación genética de ciertos perfiles de AMP reducen el crecimiento de Bd en algunas especies de anfibios (Eskew *et al.*, 2018; Holden *et al.*, 2015b; Myers *et al.*, 2012), debido a que alteran la membrana celular del patógeno (McMillan y Coombs, 2020). Sin embargo, Ujszegi *et al.* (2021) documentaron que la exposición de larvas o metamorfos resistentes y tolerantes a una cepa altamente virulenta de Bd, no ocasionó un aumento en la síntesis de péptidos antimicrobianos para contrarrestar la infección; lo que sugiere que no todos los anfibios usan AMP como defensa contra Bd, por lo que su resistencia y tolerancia debe estar conferida por otros elementos, como la producción de compuesto esteroides, por ejemplo, los bufadienólidos producidos en glándulas granulares de los sapos bufónidos desde el desarrollo larvario temprano y que les otorga tolerancia hacia Bd, a pesar de que carecen de AMP secretados por la piel (Barnhart *et al.*, 2017; Ujszegi *et al.*, 2021).

La piel de la mayoría de los anfibios presenta microorganismos adquiridos de su ambiente, los cuales desempeñan un papel importante en la defensa contra diferentes patógenos (Barnes *et al.*, 2021; Bartholow, 2018; Catenazzi *et al.*, 2018). Aunque ha sido muy poco estudiado, se han encontrado hongos que pueden inhibir el crecimiento de las zoosporas de Bd (Kearns *et al.*, 2017). También se han encontrado bacterias simbióticas cultivables que poseen actividad antifúngica, incluyendo algunas que pueden aumentar la supervivencia de anfibios infectados por Bd durante la delicada transición

metamórfica, ya sea al inhibir el desarrollo del patógeno (Lam *et al.*, 2010; Flechas *et al.*, 2012; Holden *et al.*, 2015), u otorgando tolerancia al anfibio huésped sin eliminar la infección (Bresciano *et al.*, 2015). Según la bacteria implicada, la actividad antifúngica se da por efecto de ciertos metabolitos secundarios liberados por las bacterias (Niederle *et al.*, 2019), pero también por la competencia por espacio y nutrientes disponibles (McCoy y Peralta, 2018). Suele encontrarse menor cantidad de organismos anti-Bd en huéspedes altamente susceptibles a la quitridiomycosis, mientras que en las especies no sensibles se encuentran organismos anti-Bd en mayores proporciones y con mayor fuerza de inhibición (Catenazzi *et al.*, 2018).

Se ha documentado que los bufadienolides mejoran el crecimiento de la bacteria anti-Bd, *Janthinobacterium lividum* (Barnhart *et al.*, 2017); así mismo, los metabolitos producidos por las bacterias presentes en la piel de los anfibios pueden generar sinergia con los AMP de la piel para inhibir a Bd (Myers *et al.*, 2012). Contrario a esto, en la piel también se pueden desarrollar organismos que promueven el crecimiento de Bd, como ciertos hongos filogenéticamente distantes a Bd (Kearns *et al.*, 2017), o bacterias como *Microbacterium*, que producen compuestos nutritivos para el hongo patógeno (Romero-Zambrano *et al.*, 2021).

Sección 3.4. Condiciones ambientales

Resultados de investigaciones indican que el flujo y pH del agua donde los anfibios llevan a cabo su ciclo de vida, puede determinar la prevalencia de Bd (Valencia-Aguilar *et al.*, 2016), por lo que el tipo de fuentes de agua permanente puede explicar los diferentes niveles de infección, aumentando donde hay poco flujo (Das Neves-da-Silva *et al.*, 2021), como en lagunas o jagüeyes. Sin embargo, la temperatura y humedad son los factores que mejor explican la distribución y la variación de la prevalencia, tasa de infección y mortalidad por Bd (Hollanders *et al.*, 2022); en consecuencia, se han documentado variaciones de Bd entre las estaciones climáticas y las elevaciones en las que se encuentran los anfibios hospederos (Spitzen-van der Sluijs *et al.*, 2017; Voyles *et al.*, 2012). Se ha registrado la mayor mortalidad por Bd en poblaciones de anfibios que habitan altas elevaciones (Alvarado-Rybak *et al.*, 2021; Stevenson *et al.*, 2020), probablemente por que la mayoría de las investigaciones se ha centrado en los ambientes montañosos (Flechas *et al.*, 2017; Zumbado-Ulate *et al.*, 2019a), y en invierno (Phillott *et al.*, 2013; Rumschlag y Boone, 2018), pero en algunas ocasiones se observa disminución en la infección durante esta estación por la reducción del estancamiento de las fuentes de aguas (Savage *et al.*, 2011). *Batrachochytrium dendrobatidis* también se desarrolla en elevaciones bajas, o climas cálidos, aunque a estos se suele asociar una prevalencia de infección más baja (Bolom-Huet *et al.*, 2019; Zumbado-Ulate *et al.*, 2019a y b). Muchos hábitats terrestres son demasiado cálidos y secos para la supervivencia de Bd (Zumbado-Ulate *et al.*, 2014), en

efecto, se ha probado la eliminación de este patógeno sometiendo a anfibios infectados a altas temperaturas, o lo que en la naturaleza se puede mostrar como la regulación de su temperatura corporal con el uso de microhábitats que facilitan tomar el sol (Barrile *et al.*, 2021; Chatfield *et al.*, 2011; Stevenson *et al.*, 2020).

La temperatura no solo tiene efecto sobre el crecimiento de Bd (*Vea la Sección 1.1*), también influye en la inmunidad de los anfibios (Voyles *et al.*, 2012), por lo que, entre estaciones y elevaciones, se observan cambios en los microbiomas de la piel (Spitzen-van *et al.*, 2017); además, se ha observado que la diversidad de bacterias de la piel de los anfibios puede ser regulada por la precipitación. Esto se debe a que las temperaturas y humedades ambientales alteran la temperatura corporal de los huéspedes anfibios (Khatiwada *et al.*, 2020; Nowakowski *et al.*, 2018) y la composición bacteriana en los diferentes sustratos de los cuales adquieren sus simbioses (Catenazzi *et al.*, 2018). Por ende, a lo largo del gradiente altitudinal surgen diferentes patrones de interacciones ecológicas entre los simbioses de la piel, el patógeno fúngicos y otros microorganismos, que en su totalidad influyen en la composición bacteriana y, por lo tanto, en la composición de microorganismos anti-Bd y la prevalencia de Bd (Catenazzi *et al.*, 2018; Familiar *et al.*, 2017).

Un análisis temporal mostró que la prevalencia de Bd no varía entre estaciones, pero sí entre años, siendo los años más cálidos donde se dio la prevalencia más alta (Spitzen-van *et al.*, 2017). Cohen *et al.* (2019) documentaron que las especies anfibias adaptadas al frío experimentaron el mayor crecimiento de Bd a las temperaturas más cálidas, mientras que las especies adaptadas al calor experimentaron el mayor crecimiento de Bd a las temperaturas más frías. Esto indica que la prevalencia de Bd aumenta cuando ocurren desajustes térmicos o temperaturas inusuales (Cohen *et al.*, 2019; Neely *et al.*, 2020), de manera que el cambio climático mundial afecta la resistencia natural de los anfibios a patógenos como Bd. Sin embargo, muchas familias de anfibios se adaptan a estos altos desajustes térmicos, aumentando su tolerancia a la modificación del hábitat y aumentando el número de microorganismos anti-Bd asociados a la piel, por lo que se disminuye la prevalencia de la infección (Nowakowski *et al.*, 2016); asimismo, las especies más susceptibles pueden adquirir mecanismos ecológicos o evolutivos para lograr la coexistencia con el patógeno (Whitfield *et al.*, 2017).

El microbioma de la piel de los anfibios también puede ser fuertemente afectado por la exposición a contaminantes químicos sintéticos, como los agroquímicos o pesticidas que se dispersan en la atmósfera llegando hasta áreas boscosas, dejando a los anfibios susceptibles a diferentes patógenos (McCoy y Peralta, 2018), y ocasionando disminuciones o extinciones locales a causa de los contaminantes. No obstante, se

requieren más estudios sobre los efectos de la exposición a pesticidas en la forma y función del microbioma de la piel de los anfibios.

Sección 4. Implicaciones en la Conservación de la Diversidad

Debido a la amplia gama de servicios que los ecosistemas proporcionan (Braat y De Groot, 2012; Chaudhary y Mooers, 2018; Pilling *et al.*, 2020), es necesario mantener la diversidad de organismos que contribuye a su equilibrio y correcto funcionamiento (Huang *et al.*, 2018; Kardol *et al.*, 2018; Tickner *et al.*, 2020). Para proponer soluciones lógicas y eficientes que prevengan la pérdida de diversidad mundial actual (Chaudhary y Mooers, 2018; Di Minin *et al.*, 2017; Díaz *et al.*, 2019; Pilling *et al.*, 2020), es importante comprender la ecología y los factores que influyen en la dinámica poblacional de los organismos en los diferentes ecosistemas. Por lo que conocer a profundidad la biología de los patógenos, puede facilitar la discusión sobre los posibles métodos de prevención y conservación de las especies susceptibles. Por ello, a partir del conocimiento de la biología de Bd, se pueden generar las estrategias para su prevención y control, con acciones o elementos bióticos y abióticos, que ayuden a mejorar el estado de conservación de las poblaciones de anfibios amenazadas.

Sección 4.1. Prevención

Primeramente, es importante realizar actividades locales de monitoreo de anfibios, en aras de advertir a tiempo las posibles disminuciones en las poblaciones y determinar los motivos del declive. Incluso, para la evaluación de amenazas y la conservación de anfibios, es crucial determinar la presencia y evaluar los efectos de las enfermedades en poblaciones silvestres, aunque aún no se observen mortalidades (Phillott *et al.*, 2013).

Como se mencionó en la *Sección 3*, las alteraciones en los ecosistemas, ocasionada directamente por la actividad humana o por el cambio climático, pueden causar que los anfibios adquieran susceptibilidad a Bd; por lo cual, el primer paso para la prevención de las epizootias, es la toma de acciones que permitan la conservación de los ecosistemas en general y sus condiciones fisicoquímicas originales. Así mismo, se debe tener precaución al momento de ingresar a zonas naturales, ya sea con fines investigativos, turismo, ingreso de maquinaria forestal o para operaciones de extinción de incendio (Webb *et al.*, 2012), debido a que durante estas actividades antropogénicas se pueden propagar diferentes patógenos, incluyendo Bd, que puede permanecer viable sobre restos de materia orgánica vegetal o animal, agua, arena o barro (Johnson y Speare, 2005). Para prevención de la transmisión de enfermedad es crucial llevar a cabo diferentes protocolos de higiene, incluidos los procedimientos de desinfección de maquinarias, vehículos, botas e instrumentos de campo, usando diferentes compuestos (Webb *et al.*, 2012), que tienen

diferentes grados de eficiencia probada *in vitro*. Los compuestos más recomendados para la eliminación de Bd de objetos son los siguientes: Virkon S® al 1%, en contacto durante mínimo 5 minutos, hipoclorito de sodio (lejía) al 4% y etanol al 70%, en contacto durante de 1 minuto (Van Rooij *et al.*, 2017), y compuestos de amonio cuaternario al 0.01% (Chellman y McKenny (s.f.); clorhexidina al 0,75 %, Hibiscrub® o Nolvasa®, también pueden ser útiles para la eliminación de Bd de instrumentos de trabajo en campo. No obstante, el uso de desinfectantes se debe hacer con precaución, puesto que algunos compuestos pueden irritar la piel humana y alterar las condiciones fisicoquímicas del suelo o agua, afectando negativamente a la diversidad (Webb *et al.*, 2012).

Sección 4.2. Control e inmunización

Cuando se ha documentado el inicio de una epizootia de Bd, es importante estudiar la prevalencia de este en las especies de la población afectada, con el fin de dilucidar la existencia de diferentes niveles de infección o virulencia debido a las diferencias fenotípicas o genotípicas tanto de anfibios como de cepas del patógeno (Salla *et al.*, 2015); también es importante determinar cómo los microorganismos anti-Bd de la piel pueden estar contribuyendo, o no, en la resistencia y tolerancia a los patógenos (*Ver la Sección 3.3.1*). Esto ayudará en futuras investigaciones, dado el potencial para informar posibles acciones de mitigación a partir de conocer la dinámica que se da en el área afectada. Asimismo, es fundamental el monitoreo de renacuajos de anfibios, uno de los reservorios más relevantes de Bd (*Ver la Sección 3.2*), a fin de evaluar el impacto de este patógeno en los puntos críticos de biodiversidad (Valencia-Aguilar *et al.*, 2016).

Courtois *et al.* (2017), sugieren que las futuras estrategias de mitigación de la quitridiomycosis deben apuntar a reducir/controlar las fuentes de zoosporas a nivel de hábitat. Esto último podría lograrse mediante uso de compuestos químicos o con el aumento de organismos que inhiben el crecimiento de Bd o disminuyen sus unidades reproductivas.

Sección 4.2.1. Control químico

Para tratamientos indirectos se suelen recomendar desinfectantes ambientales, como Virkon S® y (Bosch *et al.*, 2015), que se aplican en las fuentes de agua, logrando disminuir eficientemente las altas concentraciones de zoosporas de Bd. En cuanto a los tratamientos directos, se conoce que los cultivos *in vitro* de Bd son muy susceptibles a una variedad de compuestos, sin embargo, la eficacia de estos suele variar en los tratamientos tópicos, debido a la ubicación intracelular de los talos del patógeno en los tejidos de los anfibios. Se ha probado que clorhidrato de terbinafina diluido en alcohol ha eliminado la infección en salamandras (Guzman *et al.*, 2022); también el herbicida atrazina y los

fungicidas clorotalonil y itraconazol, inhiben el crecimiento de Bd en cultivo y cuando se encuentran en el aparato bucal de los renacuajos (Li *et al.*, 2021), aunque no siempre son efectivos (Fernández-Loras *et al.*, 2018). Otros de los compuestos estudiados para el control o eliminación de la infección por Bd, son los péptidos antimicóticos producidos por ciertos anfibios (Vea la sección 3.3.1), y los metabolitos aislados de ciertas bacterias (se trata en la siguiente sección). De igual forma, se ha probado que una combinación de productos químicos de origen vegetal, como lo son alicina, gingerol y curcumina, puede mitigar la quitridiomycosis (Silva *et al.*, 2019). Curiosamente, se ha documentado que el tratamiento de ranas con zoosporas muertas de Bd, puede servir como profiláctico, disminuyendo la intensidad de la infección y la prevalencia de la quitridiomycosis, gracias a los metabolitos que el mismo patógeno produce (Nordheim *et al.*, 2022).

Sección 4.2.2. Agentes de biocontrol

Sección 4.2.2.1. Bacterias

Muchos investigadores se han centrado en documentar las bacterias y sus componentes activos, dado a sus potenciales uso como agentes biocontroladores de la quitridiomycosis, lo que se ha comprobado a partir de bioensayos en medios de cultivos *in vitro*, en los cuales se mide la tasa de crecimiento de Bd cuando es expuesto a diferentes bacterias con actividad anti-Bd (Rebollar *et al.*, 2019; Bartholow, 2018; Yasumiba *et al.*, 2015). Actualmente, se considera que el aumento de la resistencia de los anfibios es la mejor forma de evitar las pérdidas de diversidad, lo que se puede lograr con el mejoramiento de los microorganismos probióticos cutáneos, que pueden inhibir el crecimiento de Bd (Li *et al.*, 2021; Vea la sección 3.3.1); bacterias como *Enterococcus gallinarum*, *Lactococcus garvieae*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus thailandicus* o *Lactobacillus pentosus*, poseen un alto índice de adhesión, lo que favorece la colonización de la mucosa cutánea de los anfibios, confirmando beneficios protectores contra Bd a través de la exclusión competitiva (Niederle *et al.*, 2019), por lo que pueden funcionar como componentes de fórmulas probióticas mixtas óptimas para el control y mitigación del patógeno. Adicionalmente, se destacan bacterias como *Janthinobacterium lividum*, *Chromobacterium violaceum* y *Iodobacter fluviatile*, que se encuentran en muchos anfibios resistentes y tolerantes al patógeno, y que poseen un metabolito secundario llamado violaceína que puede inhibir a Bd (Bresciano *et al.*, 2015; Romero-Zambrano *et al.*, 2021).

Existe una gran cantidad de géneros de bacterias con habilidades similares y se enlistan en los trabajos de Niederle *et al.* (2019) y Woodhams *et al.* (2015). El avance en el conocimiento de estos agentes para el biocontrol de Bd, ha permitido llevar a cabo experimentos *in vivo* donde se realizan tratamientos aplicando bacterias anti-Bd, o sus

metabolitos, para prevenir o reducir la gravedad de los síntomas de la infección por Bd específicamente en especies que no presentan resistencia ni tolerancia al patógeno (Harris *et al.*, 2009; Muletz *et al.*, 2012;). Se espera que esta estrategia pueda usarse en todos los anfibios de poblaciones silvestres amenazadas por Bd, en el marco de estrategias de manejo y conservación de anfibios con el uso de agentes biocontrol (Bletz *et al.*, 2013; Bresciano *et al.*, 2015; Lam *et al.*, 2010).

Sección 4.2.2.2. Microinvertebrados

Finalmente, se conoce que la introducción de diferentes especies de zooplancton, o micropastores, o el mejoramiento de las condiciones ambientales para el beneficio de estos, puede disminuir la abundancia de Bd debido al uso las zoosporas como alimento (Farthing *et al.*, 2021; Jain y Roy, 2022), por lo que tienen el potencial para reducir la probabilidad o la gravedad de Bd, o incluso prevenir los brotes de enfermedades causados por este patógeno. Se ha probado que los micropastores más eficientes para el control de Bd son *Paramecium* y *Tetrahymena*, los cuales son comunes en ambientes acuáticos y es sencillo y económico cultivarlos en grandes cantidades (Farthing *et al.*, 2021). También se ha encontrado que los crustáceos branquiópodos, como *Simocephalus vetulus*, *Chydorus sphaericus* y *Daphnia magna*, se alimentan activamente de las zoosporas de Bd (De Troyer *et al.*, 2021; Deknock *et al.*, 2022), convirtiéndose en organismos prometedores para mitigar biológicamente las infecciones por quitridiomycosis (Deknock *et al.*, 2021), por lo que se recomienda incluirlos en las estrategias de manejo de fuentes de agua con el objetivo de controlar la enfermedad y eventualmente disminuir la presión de infección en anfibios anfitriones.

Conclusión

A partir de la recopilación, síntesis y análisis del conocimiento publicado hasta la fecha sobre la biología de Bd, se desarrolló una mejor comprensión de los factores y estrategias que determinan la prevalencia, patogenicidad y virulencia del patógeno extintor de anfibios. Esto permitirá que en estudios futuros se busque responder preguntas de investigación más específicas a nivel local sobre la biología de Bd, con el fin de crear estrategias locales que contribuyan en la prevención de los declives en la diversidad anfibia a partir del control de la propagación de la quitridiomycosis.

Agradecimientos

Los autores de la presente revisión agradecen la financiación proporcionada con recursos del sistema general de regalías por parte del Ministerio de Hacienda de Colombia

(asignación para la Ciencia, Tecnología e Innovación, con base al CDP 622 del 16 de julio de 2022), al proyecto “Desarrollo de capacidades y habilidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en jóvenes profesionales del departamento de Sucre”, ejecutado por la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, a la cual también se agradece su excelente gestión. A la Universidad de Sucre, por brindar los espacios para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, y a los integrantes del grupo de investigación Biología Evolutiva, por su acompañamiento durante el desarrollo del plan de actividades de la beca-pasantía Jóvenes Investigadores Sucre.

Referencias

- Acevedo, A. A., Martínez, M., Armesto, L. O., Solano, L., Silva, K., y Lizcano, D. (2016). Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibians from Northeastern Colombia. *Herpetological Review*, 47(2), 220-226.
- Almond, R. E., Grooten, M., y Peterson, T. (2020). Living Planet Report 2020-Bending the curve of biodiversity loss. *World Wildlife Fund. Gland*, Switzerland. ISBN 978-2-940529-99-5.
- Alvarado-Rybak, M., Lepe-Lopez, M., Peñafiel-Ricaurte, A., Valenzuela-Sánchez, A., Valdivia, C., Mardones, F. O., Bacigalupe, L. D., Puschendorf, R., Andrew A. Cunningham, A. A. y Azat, C. (2021). Bioclimatic and anthropogenic variables shape the occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* over a large latitudinal gradient. *Scientific Reports*, 11(1), 17383.
- Arellano, M. L., Velasco, M. A., Kacoliris, F. P., Belasen, A. M., y James, T. Y. (2017). First record of *Batrachochytrium dendrobatidis* in *Pleurodema somuncurense*, a Critically Endangered species from Argentina. *Herpetological Review*, 48(1), 68-70.
- Bancroft, B. A., Han, B. A., Searle, C. L., Biga, L. M., Olson, D. H., Kats, L. B., Lawler, J. J. y Blaustein, A. R. (2011). Species-level correlates of susceptibility to the pathogenic amphibian fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in the United States. *Biodiversity and Conservation*, 20, 1911-1920.
- Barnes, E. M., Kutos, S., Naghshineh, N., Mesko, M., You, Q., y Lewis, J. D. (2021). Assembly of the amphibian microbiome is influenced by the effects of land-use change on environmental reservoirs. *Environmental Microbiology*, 23(8), 4595-4611.
- Barnhart, K., Forman, M. E., Umile, T. P., Kueneman, J., McKenzie, V., Salinas, I., Minbiole, K. P. C., Douglas, C., Woodhams, D. (2017). Identification of bufadienolides from the boreal toad, *Anaxyrus boreas*, active against a fungal pathogen. *Microbial Ecology*, 74:990-1000.
- Barrile, G. M., Chalfoun, A. D., y Walters, A. W. (2021). Infection status as the basis for habitat choices in a wild amphibian. *The American Naturalist*, 197(1), 128-137.
- Barron, G. (2004). Fungal parasites and predators of rotifers, nematodes, and other invertebrates. Capítulo 19, En: G. Mueller, G. Bills, y M. Foster, (Eds.), *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods* (pp. 435-450), Elsevier Academic Press.

- Bartholow, D. (2018). Chemotaxis of *Batrachochytrium dendrobatidis* zoospores in response to live amphibians. [Tesis de maestría] College of Arts & Sciences of John Carroll University, Ohio.
- Berger, L., Hyatt, A. D., Speare, R., y Longcore, J. E. (2005). Life cycle stages of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Diseases of aquatic organisms*, 68(1), 51-63.
- Blackwell, M. y Spatafora, J. (2004). Fungi and their allies. Capítulo 1, En: G. Mueller, G. Bills, y M. Foster, (Eds.), *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods* (pp. 7-21), Elsevier Academic Press.
- Blaustein, A. R., Romansic, J. M., Scheessele, E. A., Han, B. A., Pessier, A. P., y Longcore, J. E. (2005). Interspecific variation in susceptibility of frog tadpoles to the pathogenic fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Conservation Biology*, 19(5), 1460-1468.
- Bletz, M. C., Loudon, A. H., Becker, M. H., Bell, S. C., Woodhams, D. C., Minbiole, K. P. C., y Harris, R. N. (2013). Mitigating amphibian chytridiomycosis with bioaugmentation: characteristics of effective probiotics and strategies for their selection and use. *Ecology Letters*, 16(6), 807-820.
- Bosch, J., Sanchez-Tomé, E., Fernández-Loras, A., Oliver, J. A., Fisher, M. C., y Garner, T. W. (2015). Successful elimination of a lethal wildlife infectious disease in nature. *Biology Letters*, 11(11), 20150874.
- Braat, L. C., y De Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem services*, 1(1), 4-15.
- Bresciano, J. C., Salvador, C. A., Paz-y-Miño, C., Parody-Merino, A. M., Bosch, J., y Woodhams, D. C. (2015). Variation in the presence of anti-*Batrachochytrium dendrobatidis* bacteria of amphibians across life stages and elevations in Ecuador. *Ecohealth*, 12, 310-319.
- Briggs, C. J., Vredenburg, V. T., Knapp, R. A., y Rachowicz, L. J. (2005). Investigating the population-level effects of chytridiomycosis: an emerging infectious disease of amphibians. *Ecology*, 86(12), 3149-3159.
- Brühl, C. A., y Zaller, J. G. (2019). Biodiversity decline as a consequence of an inappropriate environmental risk assessment of pesticides. *Frontiers in Environmental Science*, 7(177), 1-4.
- Brutyn, M., D'Herde, K., Dhaenens, M., Van Rooij, P., Verbrugge, E., Hyatt, A. D., Croubels, S., Deforce, D., Ducatelle, R., Haesebrouck, F., Martel, A. y Pasmans, F. (2012). *Batrachochytrium dendrobatidis* zoospore secretions rapidly disturb intercellular junctions in frog skin. *Fungal Genetics and Biology*, 49(10), 830-837.
- Bolom-Huet, R., Pineda, E., Díaz-Fleischer, F., Muñoz-Alonso, A. L., y Galind-González, J. (2019). Known and estimated distribution in Mexico of *Batrachochytrium dendrobatidis*, a pathogenic fungus of amphibians. *Biotropica*, 51:731-746.

- Byrne, A. Q., Rothstein, A. P., Poorten, T. J., Erens, J., Settles, M. L., y Rosenblum, E. B. (2017). Unlocking the story in the swab: A new genotyping assay for the amphibian chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Molecular ecology resources*, 17(6), 1283-1292.
- Byrne, A. Q., Waddle, A. W., Saenz, V., Ohmer, M., Jaeger, J. R., Richards-Zawacki, C. L., Voyles, J. y Rosenblum, E. B. (2022). Host species is linked to pathogen genotype for the amphibian chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*). *Plos one*, 17(3), e0261047.
- Cannon, P., y Sutton, B. (2004). Microfungi on wood and plant debris. Capítulo 11, En: G. Mueller, G. Bills, y M. Foster, (Eds.), *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods* (pp. 217-239), Elsevier Academic Press.
- Castro Monzon, F., Rödel, M. O., y Jeschke, J. M. (2020). Tracking *Batrachochytrium dendrobatidis* infection across the globe. *EcoHealth*, 17, 270-279.
- Catenazzi, A., Flechas, S. V., Burkart, D., Hooven, N. D., Townsend, J., y Vredenburg, V. T. (2018). Widespread elevational occurrence of antifungal bacteria in Andean amphibians decimated by disease: a complex role for skin symbionts in defense against chytridiomycosis. *Frontiers in microbiology*, 9, 465.
- Cepero, M., Restrepo, S., Franco-Molano, A., Cardenas, M., Vargas, N. [Ed.] (2012). *Biología de hongos*, Primera edición. Colombia, Ediciones Uniandes. ISBN: 978-958-695-701-4.
- Chatfield, M. W., y Richards-Zawacki, C. L. (2011). Elevated temperature as a treatment for *Batrachochytrium dendrobatidis* infection in captive frogs. *Diseases of aquatic organisms*, 94(3), 235-238.
- Chaudhary, A., y Mooers, A. O. (2018). Terrestrial vertebrate biodiversity loss under future global land use change scenarios. *Sustainability*, 10(8), 2764.
- Chellman, I., y McKenny, H. (s.f.). Interagency conservation strategy for mountain Yellow-legged frogs in the Sierra Nevada. Attachment 4: Equipment Decontamination Protocol. *U.S. Fish & Wildlife Service*, 1, 1-3.
- Cohen, J. M., McMahon, T. A., Ramsay, C., Roznik, E. A., Sauer, E. L., Bessler, S., Civitello, D. J., Delius, B. K., Halstead, N., Knutie, S. A., Nguyen, K. H., Ortega, N., Sears, B., Venesky, M. D., Young, S., y Rohr, J. R. (2019). Impacts of thermal mismatches on chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* prevalence are moderated by life stage, body size, elevation and latitude. *Ecology letters*, 22(5), 817-825.
- Courtois, E. A., Loyau, A., Bourgoïn, M., y Schmeller, D. S. (2017). Initiation of *Batrachochytrium dendrobatidis* infection in the absence of physical contact with infected hosts—a field study in a high altitude lake. *Oikos*, 126(6), 843-851.
- Covarrubias, S., González, C., y Gutiérrez-Rodríguez, C. (2021). Effects of natural and anthropogenic features on functional connectivity of anurans: a review of landscape genetics studies in temperate, subtropical and tropical species. *Journal of Zoology*, 313(3), 159-171.

- De Troyer, N., Bruneel, S., Lock, K., Greener, M. S., Facq, E., Deknock, A., Martel, A., Pasmans, F., y Goethals, P. (2021). Ratio-dependent functional response of two common Cladocera present in farmland ponds to *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Fungal Ecology*, 53, 101089.
- Deknock, A., Pasmans, F., van Leeuwenberg, R., Van Praet, S., Bruneel, S., Lens, L., Croubels, S., Martel, A., y Goethals, P. (2021). Alternative food sources interfere with removal of a fungal amphibian pathogen by zooplankton. *Journal of Applied Ecology*, 58(12), 2914-2923.
- Deknock, A., Pasmans, F., van Leeuwenberg, R., Van Praet, S., De Troyer, N., Goessens, T., Lammens, L., Bruneel, S., Lens, L., Martel, A., Croubels, S., y Goethals, P. (2022). Impact of heavy metal exposure on biological control of a deadly amphibian pathogen by zooplankton. *Science of The Total Environment*, 823, 153800.
- Di Minin, E., Soutullo, A., Bartesaghi, L., Rios, M., Szephegyi, M. N., y Moilanen, A. (2017). Integrating biodiversity, ecosystem services and socio-economic data to identify priority areas and landowners for conservation actions at the national scale. *Biological Conservation*, 206, 56-64.
- Diaz, L., Hernandez-Gomez, O., Unger, S. D., Williams, L. A., y Jachowski, C. M. B. (2020). Prevalence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in immature eastern hellbenders *Cryptobranchus alleganiensis* from North Carolina, USA. *Diseases of Aquatic Organisms*, 140, 73-78.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, ... y Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100.
- Doweld, A. B. (2013). *Batrachochytriales*. *Index Fungorum*, Núm. 44. ISSN 2049-2375.
- Dube, K., y Nhamo, G. (2020). Vulnerability of nature-based tourism to climate variability and change: Case of Kariba resort town, Zimbabwe. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, 100281.
- Ellison, A. R., DiRenzo, G. V., McDonald, C. A., Lips, K. R., y Zamudio, K. R. (2017). First in vivo *Batrachochytrium dendrobatidis* transcriptomes reveal mechanisms of host exploitation, host-specific gene expression, and expressed genotype shifts. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 7(1), 269-278.
- Eskew, E. A., Shock, B. C., LaDouceur, E. E., Keel, K., Miller, M. R., Foley, J. E., y Todd, B. D. (2018). Gene expression differs in susceptible and resistant amphibians exposed to *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Royal Society open science*, 5(2), 170910.
- Familiar López, M., Rebollar, E. A., Harris, R. N., Vredenburg, V. T., y Hero, J. M. (2017). Temporal variation of the skin bacterial community and *Batrachochytrium dendrobatidis* infection in the terrestrial cryptic frog *Phyllorhina loveridgei*. *Frontiers in microbiology*, 8, 2535.
- Farrer, R. A., Weinert, L. A., Bielby, J., Garner, T. W., Balloux, F., Clare, F., Bosch, J., Cunningham, A. A., Weldon, C., du Preez, L. H., Anderson, L., Sergei L. Kosakovsky Pond, S. L., Shahr-Golan, R., Henk, D. A., y Fisher, M. C. (2011). Multiple emergences of genetically

- diverse amphibian-infecting chytrids include a globalized hypervirulent recombinant lineage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(46), 18732-18736.
- Farthing, H. N., Jiang, J., Henwood, A. J., Fenton, A., Garner, T. W., Daversa, D. R., Fisher, M. C. y Montagnes, D. J. (2021). Microbial grazers may aid in controlling infections caused by the aquatic zoosporic fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Frontiers in Microbiology*, 11, 592286.
- Fernández-Loras, A., Fernández-Beaskoetxea, S., Arriero, E., Fisher, M. C., y Bosch, J. (2017). Early exposure to *Batrachochytrium dendrobatidis* causes profound immunosuppression in amphibians. *European Journal of Wildlife Research*, 63, 1-5.
- Fernández-Loras, A., Martín-Beyer, B., Garner, T. W., & Bosch, J. (2018). Itraconazole and thiophanate-methyl fail to clear tadpoles naturally infected with the hypervirulent lineage of *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 131(1), 73-78.
- Fisher, M. C., Bosch, J., Yin, Z., Stead, D. A., Walker, J., Selway, L., Brown, A. J. P., Walker, L. A., Gow, N. A. R., Stajich, J. E. y Garner, T. W. (2009). Proteomic and phenotypic profiling of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* shows that genotype is linked to virulence. *Molecular ecology*, 18(3), 415-429.
- Fisher, M. C., y Garner, T. W. J. (2007). The relationship between the emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis*, the international trade in amphibians and introduced amphibian species. *Fungal Biology Reviews*, 21(1), 2-9.
- Fites, J. S., Ramsey, J. P., Holden, W. M., Collier, S. P., Sutherland, D. M., Reinert, L. K., Gayek, A. S., Dermody, T. S., Aune, T. M., Oswald-Richter, K., y Rollins-Smith, L. A. (2013). The invasive chytrid fungus of amphibians paralyzes lymphocyte responses. *Science*, 342(6156), 366-369.
- Flechas, S. V., Medina, E. M., Crawford, A. J., Sarmiento, C., Cárdenas, M. E., Amézquita, A., y Restrepo, S. (2013). Characterization of the first *Batrachochytrium dendrobatidis* isolate from the Colombian Andes, an amphibian biodiversity hotspot. *EcoHealth*, 10, 72-76.
- Flechas, S. V., Paz, A., Crawford, A. J., Sarmiento, C., Acevedo, A. A., Arboleda, A., Bolívar-García, W., Echeverry-Sandoval, C. L., Franco, R., Mojica, C., Muñoz, A., Palacios-Rodríguez, P., Posso-Terranova, A. M., Quintero-Marín, P., Rueda-Solano, L. A., Castro-Herrera, F., y Amézquita, A. (2017). Current and predicted distribution of the pathogenic fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in Colombia, a hotspot of amphibian biodiversity. *Biotropica*, 49(5), 685-694.
- Flechas, S. V., Sarmiento, C., y Amézquita, A. (2012). Bd on the beach: high prevalence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in the lowland forests of Gorgona Island (Colombia, South America). *EcoHealth*, 9, 298-302.
- Garmyn, A., Van Rooij, P., Pasmans, F., Hellebuyck, T., Van Den Broeck, W., Haesebrouck, F., y Martel, A. (2012). Waterfowl: potential environmental reservoirs of the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*. *PLoS One*, 7(4), e35038.

- Guzman, D., Spear, S. F., y Joyner, P. H. (2022). Successful treatment of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Eastern Hellbenders (*Cryptobranchus alleganiensis alleganiensis*) with terbinafine. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 53(1), 228-231.
- Haider, R. (2021). Role of fauna and flora as biological control agents-a review. *International Journal of Forest Sciences*, 1(1): 27-31.
- Harris, R. N., Lauer, A., Simon, M. A., Banning, J. L., Alford, R. A. (2009). Addition of antifungal skin bacteria to salamanders ameliorates the effects of chytridiomycosis. *Diseases of aquatic organisms*, 83:11–16
- Holden, W. M., Hanlon, S. M., Woodhams, D. C., Chappell, T. M., Wells, H. L., Glisson, S. M., McKenzie, V. J., Knight, R., Parris, M. J., y Rollins-Smith, L. A. (2015). Skin bacteria provide early protection for newly metamorphosed southern leopard frogs (*Rana sphenoccephala*) against the frog-killing fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Biological Conservation*, 187, 91-102.
- Holden, W. M., Reinert, L. K., Hanlon, S. M., Parris, M. J., y Rollins-Smith, L. A. (2015b). Development of antimicrobial peptide defenses of southern leopard frogs, *Rana sphenoccephala*, against the pathogenic chytrid fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Developmental y Comparative Immunology*, 48(1), 65-75.
- Hollanders, M., Grogan, L. F., Nock, C. J., McCallum, H. I., y Newell, D. A. (2022). Recovered frog populations coexist with endemic *Batrachochytrium dendrobatidis* despite load-dependent mortality. *Ecological Applications*, 33(1), e2724.
- Hossack, B. R., Muths, E., Anderson, C. W., Kirshtein, J. D., y Corn, P. S. (2009). Distribution limits of *Batrachochytrium dendrobatidis*: a case study in the Rocky Mountains, USA. *Journal of wildlife diseases*, 45(4), 1198-1202.
- Huang, C. W., McDonald, R. I., y Seto, K. C. (2018). The importance of land governance for biodiversity conservation in an era of global urban expansion. *Landscape and Urban Planning*, 173, 44-50.
- Hudson, P. J., Dobson, A. P., y Lafferty, K. D. (2006). Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites?. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(7), 381–385.
- Jackson, D. B. (2020). Investigating motility performance of *Batrachochytrium dendrobatidis* zoospores and its association with mitochondrial density and pathogenicity. [Tesis de maestría inedita]. Texas State University, Texas.
- Jain, S., y Roy, P. (2022). Investigating the role of zooplankton in sustaining frog population. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 45(9), 5423-5455.
- James, T. Y., Litvintseva, A. P., Vilgalys, R., Morgan, J. A., Taylor, J. W., Fisher, M. C., Berger, L., Weldon, du Preez, C. L., y Longcore, J. E. (2009). Rapid global expansion of the fungal disease chytridiomycosis into declining and healthy amphibian populations. *PLoS pathogens*, 5(5), e1000458.

- Johnson, M. L., y Speare, R. (2005). Possible modes of dissemination of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* in the environment. *Diseases of aquatic organisms*, 65(3), 181-186.
- Kardol, P., Fanin, N., y Wardle, D. A. (2018). Long-term effects of species loss on community properties across contrasting ecosystems. *Nature*, 557(7707), 710-713.
- Khawiwada, J. R., Zhao, T., y Jiang, J. (2020). Variation of body temperature of active amphibians along elevation gradients in Eastern Nepal Himalaya. *Journal of Thermal Biology*, 92, 102653.
- Kearns, P. J., Fischer, S., Fernández-Beaskoetxea, S., Gabor, C. R., Bosch, J., Bowen, J. L., Tlusty, M. F., y Woodhams, D. C. (2017). Fight fungi with fungi: antifungal properties of the amphibian mycobiome. *Frontiers in Microbiology*, 8, 2494.
- Khomich, M., Davey, M. L., Kausrud, H., Rasconi, S., y Andersen, T. (2017). Fungal communities in Scandinavian lakes along a longitudinal gradient. *Fungal Ecology*, 27, 36-46.
- Kirk, P., Cannon, P., Minter, D., Stalpers, J. (2008). Ainsworth y Bisby's dictionary of the fungi. *CAB International*. ISSN 9780851998268.
- Kumar, A., y Verma, A. K. (2017). Biodiversity loss and its Ecological impact in India. *International Journal on Biological Sciences*, 8(2), 156-160.
- Lam, B. A., Walke, J. B., Vredenburg, V. T., y Harris, R. N. (2010). Proportion of individuals with anti-*Batrachochytrium dendrobatidis* skin bacteria is associated with population persistence in the frog *Rana muscosa*. *Biological Conservation*, 143(2), 529-531.
- Letcher, P. M., Powell, M. J., Churchill, P. F., y Chambers, J. G. (2006). Ultrastructural and molecular phylogenetic delineation of a new order, the Rhizophydiales (Chytridiomycota). *Mycological research*, 110(8), 898-915.
- Li, C., Xie, F., Che, J., y Jiang, J. (2017). Monitoring and research of amphibians and reptiles diversity in key areas of China. *Biodiversity science*, 25(3), 246-254.
- Li, Z., Wang, Q., Sun, K., y Feng, J. (2021). Prevalence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibians from 2000 to 2021: A global systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 791237.
- Longcore, J. E., Pessier, A. P., y Nichols, D. K. (1999). *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia*, 91(2), 219-227.
- Martel, A., Spitzen-van der Sluijs, A., Blooi, M., Bert, W., Ducatelle, R., Fisher, M. C., Woeltjes, A., Bosman, W., Chiers, K., Bossuyt, F y Pasmans, F (2013). *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(38), 15325-15329.
- McCoy, K. A., y Peralta, A. L. (2018). Pesticides could alter amphibian skin microbiomes and the effects of *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Frontiers in microbiology*, 9 (748), 1-5.
- McMillan, K. A., y Coombs, M. R. P. (2020). Examining the natural role of amphibian antimicrobial peptide magainin. *Molecules*, 25(22), 5436.

- Medina, E. M., y Buchler, N. E. (2020). Chytrid fungi. *Current Biology*, 30(10), R516-R520.
- Moss, A. S., Reddy, N. S., Dorta, J. I. M., y Francisco MJS (2008) Chemotaxis of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* and its response to a variety of attractants. *Mycologia*, 100(1): 1–5.
- Muletz, C. R., Myers, J. M., Domangue, R. J., Herrick, J. B., Harris, R. N. (2012). Soil bioaugmentation with amphibian cutaneous bacteria protects amphibian hosts from infection by *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Biological Conservation*, 152: 119–126
- Myers, J. M., Ramsey, J. P., Blackman, A. L., Nichols, A. E., Minbiole, K. P., y Harris, R. N. (2012). Synergistic inhibition of the lethal fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis*: the combined effect of symbiotic bacterial metabolites and antimicrobial peptides of the frog *Rana muscosa*. *Journal of chemical ecology*, 38, 958-965.
- Naranjo-Ortiz, M. A. y Gabaldón, T. (2019). Fungal evolution: diversity, taxonomy and phylogeny of the Fungi. *Biological Reviews*, 94(6), 2101-2137.
- Neely, W. J., Greenspan, S. E., Ribeiro, L. P., Carvalho, T., Martins, R. A., Rodriguez, D., Rohr, J. R., Haddad, C. F. B, Toledo, L. F y Becker, C. G. (2020). Synergistic effects of warming and disease linked to high mortality in cool-adapted terrestrial frogs. *Biological Conservation*, 245, 108521.
- Neves-da-Silva, D., Borges-Júnior, V. N. T., Catelo, C. W, y Telles, A. M. P (2021). Effects of intrinsic and extrinsic factors on the prevalence of the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (Chytridiomycota) in stream tadpoles in the Atlantic Forest domain. *Aquatic Ecology*, 55(3), 891-902.
- Niederle, M. V., Bosch, J., Ale, C. E., Nader-Macías, M. E., Aristimuno FicoSeco, C., Toledo, L. F., Valenzuela-Sánchez, A., Soto-Azat, C., y Pasteris, S. E. (2019). Skin-associated lactic acid bacteria from North American bullfrogs as potential control agents of *Batrachochytrium dendrobatidis*. *PLoS One*, 14(9), e0223020.
- Nordheim, C. L., Detmering, S. E., Civitello, D. J., Johnson, P. T., Rohr, J. R., & McMahon, T. A. (2022). Metabolites from the fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* (bd) reduce Bd load in Cuban treefrog tadpoles. *Journal of Applied Ecology*, 59(9), 2398-2403.
- Nowakowski, A. J., Whitfield, S. M., Eskew, E. A., Thompson, M. E., Rose, J. P., Caraballo, B. L., Kerby, J. L., Donnelly, M. A., y Todd, B. D. (2016). Infection risk decreases with increasing mismatch in host and pathogen environmental tolerances. *Ecology letters*, 19(9), 1051-1061.
- Nowakowski, A. J., Watling, J. I., Thompson, M. E., Bruschi IV, G. A., Catenazzi, A., Whitfield, S. M., Kurz, D. J., Suárez-Mayorga, A., Aponte-Gutiérrez, A., Donnelly, M. A., y Todd, B. D. (2018). Thermal biology mediates responses of amphibians and reptiles to habitat modification. *Ecology letters*, 21(3), 345-355.
- O’hanlon, S. J., Rieux, A., Farrer, R. A., Rosa, G. M., Waldman, B., Bataille, A., Kosh, T. A., Murray, K. A., Brankovics, B., Fumagalli, M., Martin, M. D., Wales, N., Alvarado-Ribak, M., Bates, K. A., Berger, L., Böll, S., Brookes, L., Clare, F., Courtois, E. A. Cunningham, A. A.,

- y Fisher, M. C. (2018). Recent Asian origin of chytrid fungi causing global amphibian declines. *Science*, 360(6389), 621-627.
- Ochoa-Ochoa, L. M., Mejía-Domínguez, N. R., Velasco, J. A., Marske, K. A., y Rahbek, C. (2019). Amphibian functional diversity is related to high annual precipitation and low precipitation seasonality in the New World. *Global Ecology and Biogeography*, 28(9), 1219-1229.
- Palmeirim, A. F., Vieira, M. V., y Peres, C. A. (2017). Herpetofaunal responses to anthropogenic forest habitat modification across the neotropics: insights from partitioning β -diversity. *Biodiversity and Conservation*, 26, 2877-2891.
- Paul, B., Sterner, Z. R., Buchholz, D. R., Shi, Y. B., y Sachs, L. M. (2022). Thyroid and corticosteroid signaling in amphibian metamorphosis. *Cells*, 11(10), 1595.
- Pilling, D., Bélanger, J., y Hoffmann, I. (2020). Declining biodiversity for food and agriculture needs urgent global action. *Nature Food*, 1(3), 144-147.
- Phillott, A. D., Grogan, L. F., Cashins, S. D., McDonald, K. R., Berger, L. E. E., y Skerratt, L. F. (2013). Chytridiomycosis and seasonal mortality of tropical stream-associated frogs 15 years after introduction of *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Conservation Biology*, 27(5), 1058-1068.
- Rebollar, E. A., Bridges, T., Hughey, M. C., Medina, D., Belden, L. K., y Harris, R. N. (2019). Integrating the role of antifungal bacteria into skin symbiotic communities of three Neotropical frog species. *The ISME Journal*, 13(7), 1763-1775.
- Reboucas, R., Dos Santos, M. M., da Silva Martins, A. G., Domingos, A. H. R., Santos, I., y Toledo, L. F. (2021). Warming drives cryptic declines of amphibians in eastern Brazil. *Biological Conservation*, 256, 109035.
- Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T., Kidd, K. A., MacCormack, T. J., Olden, J. D., Ormerod, S. J., Smol, J. P., Taylor, W. W., Tockner, K., Vermaire, J. C., Dudgeon, D. y Cooke, S. J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, 94(3), 849-873.
- Robinson, K. A., Probst, S. M., Grant, E. H. C., y Fritz-Laylin, L. K. (2022). Amphibian mucus triggers a developmental transition in the frog-killing chytrid fungus. *Current Biology*, 32(12), 2765-2771.
- Roe, D. (2019). Biodiversity loss—more than an environmental emergency. *The Lancet Planetary Health*, 3(7), e287-e289.
- Romero-Zambrano, G., Bermúdez Puga, E. A., Sánchez Yumbo, A., Yáñez Galarza, J., Ortega Andrade, H. M., y Naranjo Briseño, L. (2021). Amphibian chytridiomycosis, a lethal pandemic disease caused by the killer fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*: New approaches to host defense mechanisms and techniques for detection and monitoring. *Revista Bionatura*, 6(1), 1628-1636.
- Ron, S. R. (2005). Distribution of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the New World: insights from niche models. *Biotropica*, 37:209–221.

- Rumschlag, S. L., y Boone, M. D. (2018). High juvenile mortality in amphibians during overwintering related to fungal pathogen exposure. *Diseases of Aquatic Organisms*, 131(1), 13-28.
- Saber, S., Tito, W., Said, R., Mengistou, S., y Alqahtani, A. (2017). Amphibians as bioindicators of the health of some wetlands in Ethiopia. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 66(1), 66-73.
- Salla, R. F., Gamero, F. U., Ribeiro, L. R., Rizzi, G. M., Medico, S. E. D., Rissoli, R. Z., Vieira, C.A., Silva-zacarin, E. C. M., Silva Leite, D., Camargo Abdalla, F., Toledo, L. F., y Costa, M. J. (2015). Cardiac adaptations of bullfrog tadpoles in response to chytrid infection. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 323(7), 487-496.
- Samarasinghe, H., You, M., Jenkinson, T. S., Xu, J., y James, T. Y. (2020). Hybridization facilitates adaptive evolution in two major fungal pathogens. *Genes*, 11(1), 101.
- Sasso, T., McCallum, H., y Grogan, L. (2021). Occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* within and between species: A review of influential variables as identified from field studies. *Biological Conservation*, 262, 109300.
- Savage, A. E., Sredl, M. J., y Zamudio, K. R. (2011). Disease dynamics vary spatially and temporally in a North American amphibian. *Biological Conservation*, 144(6), 1910-1915.
- Sewell, T. R., Longcore, J., y Fisher, M. C. (2021). *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Trends in Parasitology*, 37(10), 933-934.
- Silva, S., Matz, L., Elmassry, M. M., y San Francisco, M. J. (2019). Characteristics of monolayer formation in vitro by the chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Biofilm*, 1, 100009
- Spitzen-van der Sluijs, A., Canessa, S., Martel, A., y Pasmans, F. (2017). Fragile coexistence of a global chytrid pathogen with amphibian populations is mediated by environment and demography. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1864), 20171444.
- Starr, A. M., Zabet-Moghaddam, M., y San Francisco, M. (2022). Identification of a novel secreted metabolite cyclo (phenylalanyl-prolyl) from *Batrachochytrium dendrobatidis* and its effect on *Galleria mellonella*. *BMC microbiology*, 22(1), 293.
- Stevenson, L. A., Roznik, E. A., Greenspan, S. E., Alford, R. A., y Pike, D. A. (2020). Host thermoregulatory constraints predict growth of an amphibian chytrid pathogen (*Batrachochytrium dendrobatidis*). *Journal of Thermal Biology*, 87, 102472.
- Thekkiniath, J. C., Zabet-Moghaddam, M., San Francisco, S. K., y San Francisco, M. J. (2013). A novel subtilisin-like serine protease of *Batrachochytrium dendrobatidis* is induced by thyroid hormone and degrades antimicrobial peptides. *Fungal Biology*, 117(6), 451-461.
- Thomas, F. T., Contreras, J. L., Bilbao, G., Ricordi, C., Curiel, D., y Thomas, J. M. (1999). Anoikis, extracellular matrix, and apoptosis factors in isolated cell transplantation. *Surgery*, 126(2), 299-304.
- Tickner, D., Opperman, J. J., Abell, R., Acreman, M., Arthington, A. H., Bunn, S. E., Cooke, S. J., Dalton, J., Darwall, W., Edwards, G., Harrison, I., Hughes, K., Jones, T., Leclère, D., Lynch, A. J., Leonard, P., McClain, M. E., Muruven, D., Olden, J. D., Ormerod, S. J., ... y

- Young, L. (2020). Bending the curve of global freshwater biodiversity loss: an emergency recovery plan. *BioScience*, 70(4), 330-342.
- Ujszegi, J., Ludányi, K., Móricz, Á. M., Krüzselyi, D., Drahos, L., Drexler, T., Németh, M. Z., Vörös, J., Garner, T. W. J. y Hettyey, A. (2021). Exposure to *Batrachochytrium dendrobatidis* affects chemical defences in two anuran amphibians, *Rana dalmatina* and *Bufo bufo*. *BMC Ecology and Evolution*, 21(1), 1-14.
- Valencia-Aguilar, A., Toledo, L. F., Vital, M. V., y Mott, T. (2016). Seasonality, environmental factors, and host behavior linked to disease risk in stream-dwelling tadpoles. *Herpetologica*, 72(2), 98-106.
- Van Rooij, P., Pasmans, F., Coen, Y., y Martel, A. (2017). Efficacy of chemical disinfectants for the containment of the salamander chytrid fungus *Batrachochytrium salamandrivorans*. *PLoS One*, 12(10), e0186269.
- Varga, J. F., Bui-Marinós, M. P., y Katzenback, B. A. (2019). Frog skin innate immune defences: sensing and surviving pathogens. *Frontiers in immunology*, 9, 3128.
- Velásquez-E., B., Castro, F., Bolívar-G, W., y Herrera, M. I. (2008). Infección por el hongo quitrido *Batrachochytrium dendrobatidis* en anuros de la cordillera occidental de Colombia. *Herpetotropicos*, 4(2): 65-70.
- Verbrugge, E., Van Rooij, P., Favoreel, H., Martel, A., y Pasmans, F. (2019). In vitro modeling of *Batrachochytrium dendrobatidis* infection of the amphibian skin. *PLoS one*, 14(11), e0225224.
- Vieira, C. A., Toledo, L. F., Longcore, J. E., y Longcore, J. R. (2013). Body length of *Hylodes cf. ornatus* and *Lithobates catesbeianus* tadpoles, depigmentation of mouthparts, and presence of *Batrachochytrium dendrobatidis* are related. *Brazilian Journal of Biology*, 73, 195-199.
- Voyles, J., Johnson, L. R., Rohr, J., Kelly, R., Barron, C., Miller, D., Minster, J., y Rosenblum, E. B. (2017). Diversity in growth patterns among strains of the lethal fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* across extended thermal optima. *Oecologia*, 184, 363-373.
- Voyles, J., Johnson, L. R., Briggs, C. J., Cashins, S. D., Alford, R. A., Berger, L., Skerratt, L. F., Speare, R., y Rosenblum, E. B. (2012). Temperature alters reproductive life history patterns in *Batrachochytrium dendrobatidis*, a lethal pathogen associated with the global loss of amphibians. *Ecology and evolution*, 2(9), 2241-2249.
- Walker, S. F., Salas, M. B., Jenkins, D., Garner, T. W., Cunningham, A. A., Hyatt, A. D., Bosch, J., y Fisher, M. C. (2007). Environmental detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in a temperate climate. *Diseases of aquatic organisms*, 77(2), 105-112.
- Webb, R., Philips, A., Speare, R., Connolly, J., y Berger, L. (2012). Controlling wildlife fungal disease spread: in vitro efficacy of disinfectants against *Batrachochytrium dendrobatidis* and *Mucor amphibiorum*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 99(2), 119-125.
- Webster, J. y Weber, R. (2007). Introduction of Fungi, Tercera edición. Capítulo 4, Chytridiomycota (128-164). Cambridge University Press.

- West, J. (2018). Importance of amphibians: A synthesis of their environmental functions, benefits to humans, and need for conservation. [Tesis de pregrado inedita]. Bridgewater State University, Massachusetts.
- Whitfield, S. M., Alvarado, G., Abarca, J., Zumbado, H., Zuñiga, I., Wainwright, M., y Kerby, J. (2017). Differential patterns of *Batrachochytrium dendrobatidis* infection in relict amphibian populations following severe disease-associated declines. *Diseases of aquatic organisms*, 126(1), 33-41.
- Wijayawardene, N. N., Hyde, K. D., Al-Ani, L. K. T., Tedersoo, L., Haelewaters, D., Rajeshkumar, K. C., Zhao, R. L., Aptroot, A., Leontyev, D. V., Saxena, R. K., Tokarev, Y. S., Dai, D. Q., Letcher, P. M., Stephenson, S. L., Ertz, D., Lumbsch, H. T., Kukwa, M., Issi, I. V., Madrid, H., Phillips, A. J. L., ... y Suija, A. (2020). Outline of Fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere*, 11(1), 1060-1456.
- Woodhams, D. C., Alford, R. A., Antwis, R. E., Archer, H., Becker, M. H., Belden, L. K., Bell, S. C., Bletz, M., Daskin, J. H., Davis, L. R., Flechas, S. V., Lauer, A., González, A., Harris, R. N., Holden, W. M., Hughey, M. C., Ibáñez, R., Knight, R., Kueneman, J., Rabemananjara, F., ... y McKenzie, V. (2015). Antifungal isolates database of amphibian skin-associated bacteria and function against emerging fungal pathogens: Ecological Archives E096-059. *Ecology*, 96(2), 595-595.
- Yasumiba, K., Bell, S., y Alford, R. (2015). Cell Density Effects of Frog Skin Bacteria on Their Capacity to Inhibit Growth of the Chytrid Fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Microbial Ecology*, 71(1), 124-130.
- Zipkin, E. F., DiRenzo, G. V., Ray, J. M., Rossman, S., y Lips, K. R. (2020). Tropical snake diversity collapses after widespread amphibian loss. *Science*, 367(6479), 814-816.
- Zumbado-Ulate, H., Bolaños, F., Gutiérrez-Espeleta, G., y Puschendorf, R. (2014). Extremely Low Prevalence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Frog Populations from Neotropical Dry Forest of Costa Rica Supports the Existence of a Climatic Refuge from Disease. *EcoHealth*, 11(4), 593-602.
- Zumbado-Ulate, H., García-Rodríguez, A., Vredenburg, V. T., y Searle, C. (2019a). Infection with *Batrachochytrium dendrobatidis* is common in tropical lowland habitats: Implications for amphibian conservation. *Ecology and evolution*, 9(8), 4917-4930.
- Zumbado-Ulate, H., Nelson, K. N., García-Rodríguez, A., Chaves, G., Arias, E., Bolaños, F., Whitfield, S. M. y Searle, C. L. (2019b). Endemic infection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Costa Rica: Implications for amphibian conservation at regional and species level. *Diversity*, 11(8), 129.



Prácticas investigativas de jóvenes investigadores en Sucre, Colombia Vol. 1
Noviembre, 2023
Sincelejo, Sucre, Colombia

Prácticas investigativas de jóvenes investigadores en Sucre, Colombia

Volumen 1

Los invitamos a sumergirse en un fascinante viaje a través del esfuerzo y la dedicación de veinte jóvenes investigadores del Departamento de Sucre. Este libro trasciende la mera recopilación de sus experiencias, es un testimonio de su inquebrantable compromiso con el conocimiento y su incansable búsqueda de respuestas en un mundo lleno de incertidumbre y desafíos.

A lo largo de un año de intenso entrenamiento, como parte del proyecto “Desarrollo de capacidades y habilidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en jóvenes profesionales del Departamento de Sucre”, a través de becas-pasantías de investigación, veinte jóvenes valientes del departamento fueron guiados de la mano experta de investigadores destacados. Estos maestros los acompañaron para convertir su pasión por la ciencia en un vehículo de cambio y progreso para nuestra comunidad.

Cada capítulo de esta obra refleja las reflexiones, inquietudes, expectativas, miedos y vivencias de estos talentosos investigadores, quienes han asumido el timón de su destino y se han convertido en voces influyentes en la construcción de un futuro más prometedor. Su contribución es fundamental para abordar la falta de desarrollo de capacidades y habilidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) en jóvenes profesionales de la región.

